

Abschlussbericht

Heuqualität

Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3534 (100383)

1. Österreichische Heumeisterschaft

1. Austrian Hay-Championship

Projektleitung:

Ing. Reinhard Resch, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Univ. Doz. Dr. Erich M. Pötsch, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Dipl.-Ing. Günther Wiedner, LK Niederösterreich

Dipl.-Ing. Franz Tiefenthaler, LK Oberösterreich

Ing. Christian Fasching, LK Tirol

Ing. Christian Meusburger, LK Vorarlberg

Projektpartner:

Futtermittellabor Rosenau, LK Niederösterreich

Projektlaufzeit:

2008

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Summary.....	5
1. Einleitung.....	6
2. Problem- und Fragestellungen	6
3. Material und Methoden.....	7
3.1 Teilnahmebedingungen Heuprojekt/Heumeisterschaft.....	7
3.2 Probenahme	8
3.3 Fragebogen.....	8
3.4 Laboranalyse.....	8
3.5 Sensorische Heubewertung.....	8
3.6 Futterwertzahl	9
3.7 Datenbeschreibung.....	9
3.8 Statistische Auswertung.....	9
4. Ergebnisse und Diskussion.....	10
4.1 Begriffsdefinition Heuqualität	10
4.2 Parameter der Raufutterqualität und Untersuchung von Einflussfaktoren	10
4.2.1 Inhaltsstoffe	10
4.2.1.1 Trockenmasse	11
4.2.1.2 Rohprotein	11
4.2.1.2.1 Wirtschaftsweise.....	12
4.2.1.2.2 Schnitthöhe	12
4.2.1.3 Rohfaser	14
4.2.1.3.1 Erntegerät.....	15
4.2.1.4 Rohfett	17
4.2.1.5 Rohasche	18
4.2.1.5.1 Regen	19
4.2.2 Mengen- und Spurenelemente	20
4.2.2.1 Calcium.....	20
4.2.2.2 Phosphor	21
4.2.2.2.1 Schnitthöhe	22
4.2.2.3 Magnesium.....	22
4.2.2.4 Kalium	23
4.2.2.5 Natrium	24
4.2.3 Verdaulichkeit und Futterenergie	25
4.2.3.1 vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM) nach TILLEY & TERRY 1963	25
4.2.3.2 Nettoenergie-Laktation (NEL) – berechnet über Beziehung OM- Verdaulichkeit und NEL-Konzentration (Basis DLG Futterwerttabellen 1997).	27
4.2.3.1 Mähgeräte	29
4.2.5 Organoleptische Qualität (ÖAG-Sinnenprüfung).....	30
4.2.5.1 Geruch.....	30
4.2.5.2 Farbe	33
4.2.5.3 Gefüge.....	35
4.2.5.4 Verunreinigung	38

4.2.5.5 Gesamtpunkte ÖAG-Sinnenprüfung.....	38
4.2.5.6 Schimmel	41
4.2.5.7 Staubigkeit	42
4.2.6 Verhältnis Stängel : Blätter	42
4.2.6.1 Schätzung Verhältnis Stängel : Blätter	42
4.2.6.2 Gewichtsverhältnis Stängel : Blätter.....	43
4.3 Beziehungen zwischen chemischer und sensorischer Befundung.....	44
4.3.1 Beziehung Trockenmasse-Analysenwert zur Trockenmasse-Schätzung.....	44
4.3.2 Beziehung Rohprotein-Analysenwert zur Rohprotein-Schätzung.....	44
4.3.3 Beziehung Rohfaser-Analysenwert zur Rohfaser-Schätzung.....	45
4.3.4 Beziehung Rohasche-Analysenwert zur Rohasche-Schätzung.....	46
4.3.5 Beziehung OM-Verdaulichkeit-Analysenwert zur OM-Verdaulichkeit-Schätzung....	47
4.3.6 Beziehung NEL auf Basis DLG-Regression zur NEL-Schätzung.....	47
4.4 Einfluss des Managements auf die wichtigsten Qualitätsparameter.....	48
4.5 Heumeisterschaft	49
4.5.1 Management der Teilnehmer	49
4.5.1.1 Wahl des Erntezeitpunktes.....	50
4.5.1.2 Feldphase – Zeit zwischen Mahd und Einfuhr	52
4.5.2 Verfahren zur Ermittlung der besten Heu- und Grummetqualitäten Österreichs	52
4.5.2.1 Nettoenergie-Laktation (NEL).....	52
4.5.2.2 Sensorische Heuqualität.....	53
4.5.2.3 Futterwertzahl	54
4.5.2.3 Expertenjury.....	54
4.5.3 Preisträger der 1. Österreichischen Heumeisterschaft	55
4.5.4 Sponsoren der Sachpreise	55
4.6 Was bringt die Heumeisterschaft?	56
4.7 Bewusstsein österreichischer Heukonservierer hinsichtlich ihrer Raufutterqualität	56
4.8 Standortangepasste Raufutterqualität	57
4.9 Fachliche Empfehlungen für die Raufutterqualität.....	58
5. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	58
6. Literatur	58
Anhang.....	61

Zusammenfassung

Die statistische Auswertung der exakt erfassten Datengrundlage von Raufutterqualitäten aus Österreich ermöglichte eine umfassende Darstellung des Stichprobenumfangs vom Jahr 2007 und Rückschlüsse auf die tatsächlichen Verhältnisse in der landwirtschaftlichen Praxis. Das Raufutter vom 1. Aufwuchs wurde in Österreich allgemein zu spät geerntet, der Rohfasergehalt betrug im Durchschnitt 303 g/kg TM, das entspricht dem Vegetationsstadium Mitte der Blüte. Die Qualität von Heu lag signifikant tiefer als die von Grummet. Günstige Konzentrationen von Rohprotein, Rohfaser, Nettoenergie-Laktation und Mineralstoffen waren in Österreich erzielbar, wenn der Zeitpunkt der Heunutzung vor Beginn der Blüte des Futterbestandes gewählt wurde. Das Datum der Ernte wurde sehr stark von der Seehöhe, vom Pflanzenbestand und dessen Entwicklungszustand, von den Wetterbedingungen des Wirtschaftsjahres, aber auch vom Trocknungsverfahren beeinflusst. Jene Betriebe, welche über eine künstliche Heutrocknungstechnik (Kaltbelüftung, Warmbelüftung, Entfeuchtungstrocknung) verfügten, ernteten gegenüber Betrieben mit Bodentrocknung im Durchschnitt um mindestens 5 Tage früher, weil die höhere Schlagkraft mittels effizienter Trocknungstechnik auch bei kürzeren Sonnenscheinphasen eingesetzt werden konnte und damit wertvolleres Raufutter mit höheren NEL-Konzentrationen konserviert wurde. Die Verwendung von Mähaufbereitern brachte in der Feldphase, der Zeit zwischen Mahd und Einfuhr, einen mittleren Zeitgewinn von ca. 5 Stunden gegenüber dem Messerbalken bzw. Motormäher. Zweimaliges Zetten war im Hinblick auf die Dauer der Feldphase effektiver als einmaliges Zetten und bei den Erntegeräten schnitt der Ladewagen in der Länge der Feldphase günstiger ab als die Variable Presse. Betriebe mit Warmbelüftung bzw. Entfeuchtungstechnik konnten das Erntegut um ca. 8 Stunden früher einfahren als Betriebe, die bodengetrocknetes Futter konservierten. Fehler in der Futterbearbeitung auf dem Feld, wie z.B. zetten bei TM-Gehalten über 70 % führten zu erhöhten Bröckelverlusten der empfindlichen Blattspreiten, dadurch ging wertvolles Rohprotein und Mineralstoffe, insbesondere Phosphor, verloren. Der Einsatz der Warmbelüftungs- bzw. Entfeuchtungstechnik wäre empfehlenswert, weil dadurch die Blattmasse von Leguminosen und Kräutern erhalten werden könnte. Der Ernteschnitt unter 5 cm Schnitthöhe, speziell hervorgerufen durch schlecht eingestellte Messerbalkenmäherwerke, hatte einen reduzierenden Einfluss auf den Protein- und Phosphorgehalt und erhöhte den Rohaschegehalt auch leicht. Erdige Futterschmutzung führte zu massiven Energieverlusten und einer erhöhten Staubbelastung, aber auch zu einer stärkeren hygienischen Belastung durch Bakterien und Schimmelpilze. Eine optimale Arbeitsweise bei der Heukonservierung spiegelte sich in einer guten Farbintensität (β -Karotin) und des Heuromas (Geruch) wider.

Schlüsselwörter: Heuqualität, Raufutterqualität, Dürrfutterqualität, Heu, Grummet, Erntetechnik, Trocknungstechnik

Summary

The statistical analysis of the exactly recorded data base concerning the quality of roughage from Austria allowed a profound presentation of the sample size from the year 2007 respectively and conclusions concerning the actual situations in agricultural practice. Generally, in Austria the roughage of the first growth was cropped too late, the fibre content was at 303 g/kg dry matter on average. This corresponds to the mid-blossom stage of vegetation. The quality of hay was significantly lower than that of the aftermath. Convenient concentrations of crude protein, crude fibre, net energy-lactation and minerals would be obtainable in Austria, if the moment of haymaking was not too late in terms of the vegetation stage of the forage. The moment of harvesting was highly influenced by sea level, by the crop and its development stage, by the weather conditions of the concerned financial year, but also by the drying procedure. Those farms, who dispose of artificial hay drying techniques (cold or heat ventilation, dehumidification), harvested on average at least 5 days earlier than those with ground drying, because it was possible to use the efficient drying techniques also at times with shorter periods of sunshine. Therefore, they were able to preserve a more valuable dry fodder with a higher NEL-concentration. The utilization of a conditioner brought a mean gain of time of about 5 hours for the period between cutting and yielding ("field period") compared to the cutter bar or motor mower. As to the duration of the "field period" tedding twice was more effective than only tedding once. Concerning the harvesting machines the self-loading trailer scored better than the variable press with regard to the duration of the field period. Farms with heat ventilation or dehumidification techniques were able to run in the harvest about 8 hours earlier than those, who preserved the ground-dried fodder. Mistakes in the fodder processing on the field, e.g. tedding at a content of dry matter being more than 70%, led to heightened leakage of the damageable leaf lamina, thus valuable crude protein and minerals, especially phosphor, got lost. The utilization of heat ventilation or dehumidification techniques is to be recommended, because thereby the leaf matter of leguminosae and herbs can be retained. The cut below a height of 5 cm, especially caused by badly prepared cutter-bar-mowing machines, had a diminishing influence on the protein and phosphor contents and slightly increased the content of crude ash. Soiling of the fodder led to severe loss of energy and a heightened load of dust, but also to an intense hygienic load by bacteria and mildews. An optimal working process at the preservation of hay was reflected by the maintenance of the color's intensity (β -carotin) and the hay's flavour.

Key words: hay-quality, hay, roughage-quality, roughage, harvest technique, drying technique

1. Einleitung

Die österreichischen Grünland- und Viehbauern wollen ihren Tieren grundsätzlich gute Grundfutterqualitäten vorlegen und damit den Kraftfuttereinsatz reduzieren. Bei der Produktion von qualitativ hochwertigem Raufutter stoßen allerdings viele Betriebe auf Schwierigkeiten, die im Zusammenhang mit dem Pflanzenbestand, Management auf dem Feld und der Trocknungstechnik stehen. Die Landwirte kämpfen oftmals mit hohen Feldverlusten durch Abbröckelung, aber auch mit Fermentation und Verpilzung von Heustock bzw. Heuballen, wenn der Wassergehalt der Konserven bei der Einlagerung zu hoch war. Rund 8.500 Betriebe in den österreichischen HKT-Gebieten hängen ausschließlich vom wirtschaftseigenen Raufutter ab. Minderwertiges, vor allem jedoch hygienisch bedenkliches Heu und Grummet sind für den Betriebserfolg und die Tiergesundheit das größte Problem.

Das Bewusstsein der Vieh haltenden Bauern hinsichtlich Heuqualität ist prinzipiell vorhanden, allerdings fehlt es vielen Landwirten an echtem Fachwissen in punkto Pflanzenbestand, Nähr- und Mineralstoffzusammensetzung. Im Zuge der Betriebsberatung sowie der Arbeitskreisberatung (Betriebszweigauswertung Milchproduktion) werden in Österreich jährlich weniger als 1 % der gesamten Raufutterpartien chemisch analysiert. Qualitätsdaten aus der Laboranalyse können im Betrieb individuell für die Rationsgestaltung, aber auch für Optimierung im pflanzenbaulichen Management verwendet werden. Laborwerte enthalten leider keine Informationen zum Management der Raufutterkonservierung, d.h. es ist z.B. nicht bekannt ob das Heu ein bodengetrocknetes oder belüftetes ist, deswegen sind für die betriebsübergreifende Beratung die Zusammenhänge nur subjektiv abschätzbar. Für eine qualitätsorientierte Entwicklung im Bereich Heu und Grummet ist die IST-Situation äußerst unbefriedigend. Aus dieser Situation und dem Umstand der unsicheren Preisentwicklung der Kraftfuttermittel wurde die 1. Österreichische Heumeisterschaft ins Leben gerufen.

Bei der 1. Österreichischen Heumeisterschaft wurden die heimischen Vieh haltenden Betriebe eingeladen an einem Raufutterprojekt teilzunehmen, das erstmals bundesländerübergreifend organisiert wurde. Das Ziel dieses Projektes war der Aufbau einer auswertbaren Datenbasis für Raufutter, damit künftig für die Officialberatung aktuelle Unterlagen zur IST-Situation aufliegen. Darüber hinaus sollten von den Auswertungen konkrete Empfehlungen zur Verbesserung und Sicherung der Raufutterqualität in Österreich abgeleitet werden können.

2. Problem- und Fragestellungen

Betriebe im benachteiligten Berggebiet mit einem hohen Anteil an Steilflächen können kaum Silagen produzieren und sind deshalb auf gute Raufutterqualitäten angewiesen. In HKT-Gebieten (ehemals Silosperrgebiete) mit ausgewiesenem Verbot der Silagefütterung gibt es praktisch nur die Möglichkeit das Grünlandfutter zu Heu und Grummet zu konservieren. Das Thema Grundfutterqualität ist in letzter Zeit wieder zu einem wichtigen Thema bei den Landwirten geworden. Um sich den Problemstellungen analytisch zu nähern wurden in dieser Arbeit folgende Hauptfragen untersucht.

Was versteht man unter Raufutterqualität?

Welche Einflussfaktoren bestimmen die Raufutterqualität in Österreich?

Wo liegen die österreichischen Raufutterqualitäten aus der Heumeisterschaft im Vergleich zur ÖAG-Futterwerttabelle bzw. zur Schweiz und zu Deutschland?

Zusammenhänge zwischen Management und Raufutterqualität

Gibt es eine standortsangepasste Heuqualität?

Passen die fachlichen Empfehlungen?

Zusammenhänge zwischen Organoleptik und Analytik

Raufutterqualitätsbewertung mittels Futterwertzahl (nach BUCHGRABER 1999)

Wie können Projektergebnisse an die betroffene Zielgruppe übertragen werden?

Was bringt eine Heumeisterschaft?

Wie stufen österreichische Heukonservierer ihre eigene Raufutterqualität ein?

3. Material und Methoden

3.1 Teilnahmebedingungen Heuprojekt/Heumeisterschaft

Die Landwirte wurden Anfang Jänner 2008 in unterschiedlichen Medien (Fortschrittlicher Landwirt, Kammerzeitungen, ARGE Heumilchbauern, LFZ-Homepage, etc.) durch ein Informationsblatt über die Ziele und Teilnahmebedingungen für die 1. Österreichische Heumeisterschaft sowie die Analysenkosten aufgeklärt (Anhang). Der Fragebogen musste vollständig ausgefüllt und unterschrieben sein, damit eine Teilnahme möglich war. Die Unterschrift des Teilnehmers war für den Analysenauftrag und die Zustimmung zur elektronischen Verarbeitung und Veröffentlichung der Daten essentiell. Einsendeschluss für die Teilnehmer an der 1. Österreichischen Heumeisterschaft war der 30. März 2008.

3.2 Probenahme

Die Ziehung der Probe wurde großteils nicht durch offizielle Probenzieher, sondern in den meisten Fällen vom Landwirt selbständig durchgeführt. Der Landwirt war aufgefordert mittels Handbeprobung an mindestens fünf Entnahmestellen vom Heustock oder Heuballen eine repräsentative Mischprobe zu ziehen und von dieser Gesamtprobe ca. 500-1.000 g an das Futtermittellabor Rosenau (LK-Niederösterreich) für die chemische Analyse und an das LFZ Raumberg-Gumpenstein für die sensorische Bewertung zu schicken.

In Vorarlberg wurden die Proben von Ing. Christian Meusburger (LK-Vorarlberg) gezogen, der dazu einen Heustockprobenbohrer mit einem speziellen Schneidkopf entwickelt hat. Mit diesem Edelstahlbohrstock ist es möglich Heustöcke bis 6 m Höhe zu beproben.

3.3 Fragebogen

Die Erhebung von relevanten Managementfaktoren führte im Rahmen der Heumeisterschaft zur Gestaltung eines strukturierten Fragebogens (Anhang – *Abbildung 38*), welcher detaillierte Informationen über Betrieb, Wirtschaftsweise, Ausgangsmaterial, Heuernte, Trocknungsart und eigene Einstufung der Qualität durch den Landwirt enthält.

Ausfüllen musste der Landwirt den Fragebogen selbständig. Bei Fragen oder Ungereimtheiten trat entweder der Landwirt an die Datenerfassung am LFZ Raumberg-Gumpenstein bzw. an seinen LK-Berater heran oder umgekehrt.

3.4 Laboranalyse

Jeder Teilnehmer an der Heumeisterschaft war verpflichtet als Mindestumfang die chemische Nährstoffanalyse zu beauftragen. Darüber hinaus konnten freiwillig zusätzliche Analysenparameter wie z.B. Verdaulichkeit der organischen Masse (HFT), Gerüstsubstanzen, Mengen- und Spurenelemente, Zucker oder mikrobiologische Keimzahlen von Bakterien und Pilzen in Auftrag gegeben werden.

Die chemische Analyse der Heu- und Grummetproben erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (LK-Niederösterreich in Petzenkirchen) mittels nasschemischer Standardmethoden für Nährstoffe, Gerüstsubstanzen, HFT, Mengen- und Spurenelemente sowie Zucker. Die Verdaulichkeit, Umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL) werden in Rosenau durch Regressionskoeffizienten (GRUBER et al., 1997) geschätzt. Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde von den Proben der Heumeisterschaft 2007/08 die Verdaulichkeit der organischen Masse mit der Zweistufenmethode nach TILLEY & TERRY (1963) ermittelt. Zusätzlich wurde die Nettoenergie-Laktation über eine Schätzgleichung berechnet, die auf der Beziehung zwischen der OM-Verdaulichkeit (nach TILLEY & TERRY) und der Energiedichte aus den DLG-Futterwerttabellen (1997) basiert.

3.5 Sensorische Heubewertung

Die sensorische Prüfung der Proben soll das Raufutter ganzheitlich beurteilen, weil in der chemischen Analyse keine Informationen zu Geruch, Farbe, organischer Verunreinigung, Staubigkeit, Giftpflanzen, Phänologie oder Artengruppenverhältnis vorliegen.

Die organoleptische Prüfung der Heuproben wurde anhand des ÖAG-Sinnenbewertungsschlüssels (BUCHGRABER, 1999), der vom DLG-Schlüssel (1973) für österreichische Verhältnisse abgeleitet wurde, durchgeführt. Dabei sind für die Kategorien Geruch, Gefüge, Farbe und Verschmutzung Punkte für den

jeweiligen Zustand des Futters zu vergeben. In Summe mündet die Punktebewertung in einer Klassifizierung mit vier Noten (20-16 Punkte = 1- sehr gut bis gut; 15-10 Punkte = 2- befriedigend; 9-5 Punkte = 3 mäßig; 4- -3 Punkte = verdorben), welche ein Maß für die Wertminderung durch die Heukonservierung darstellt.

Darüber hinaus wurden bei der Heumeisterschaft weitere organoleptische Bewertungen vorgenommen. Dazu zählt das Verhältnis Stängel : Blätter in %, das phänologische Stadium des Raufutters (Schossen, Ähren-/Rispenstadien, Blüte, Samenreife, Überständig), das Artengruppenverhältnis von Gräsern : Leguminosen : Kräutern in % und das Vorhandensein von Giftpflanzen. Das Entwicklungsstadium der Leitgräser wurde aufgrund des phänologischen Stadiums der vorgefundenen Arten der jeweiligen Heuprobe bonitiert. Die Staubigkeit und die Verpilzung wurden mittels vierteiliger Skala eingestuft (0 = nicht vorhanden; 1 = leicht vorhanden; 2 = mittelmäßig ausgeprägt; 3 = stark ausgeprägt). Außerdem wurde eine Schätzung der Nährstoffe (XP, XF, XA), der OM-Verdaulichkeit und der Futterenergie (NEL) vorgenommen. Sämtliche Heuproben aus dem Jahr 2007 wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein von Ing. Reinhard Resch sensorisch bewertet.

3.6 Futterwertzahl

Buchgraber fordert seit den späten 1990er Jahren die Einführung einer gesamtheitlichen Futterbewertung, welche Elemente aus der chemischen Analyse und aus der sensorischen Prüfung von Grundfuttermitteln zusammenführt. Mit der Einführung der sogenannten Futterwertzahl (BUCHGRABER, 1999), die sich völlig von der Futterwertzahl nach KLAPP (1953) unterscheidet, werden der Konzentration an Nettoenergie-Laktation sogenannte Qualitätspunkte durch die Berechnung mit Regressionskoeffizienten zugewiesen. Daneben wird aus dem Punkteergebnis der sensorischen Bewertung ebenfalls mit Hilfe von Regressionskoeffizienten ein Qualitätsfaktor bestimmt. Die Futterwertzahl ergibt sich schließlich aus der Multiplikation der Qualitätspunkte und des Qualitätsfaktors. Diese Zahl ist eine dimensionslose Zahl, welche nach BUCHGRABER (1999) in Klassen zerlegt wurde. Jede Klasse entspricht einer bestimmten Fütterungseignung in Abhängigkeit der Punkte, die allgemein für Wiederkäuer anzuwenden ist.

Von allen Proben mit vorliegender NEL-Konzentration und sensorischer Bewertung wurde die Futterwertzahl berechnet.

3.7 Datenbeschreibung

Die Daten aus der 1. Österreichischen Heumeisterschaft stammen aus dem Erntejahr 2007 und umfassen insgesamt 151 Datensätze. Dazu kommen die Daten von 66 Heuproben aus dem Ultental in Südtirol, die im Rahmen einer Baccalaureatsarbeit von Herrn Mario Lucciardi (Freie Universität Bozen) dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurden.

Tabelle 1: Probenanzahl in Abhängigkeit von Aufwuchs und Trocknungsverfahren (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

	Bodentrocknung	Gerüstrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Kombination	Gesamt
1. Aufwuchs	32	0	38	29	2	101
2. Aufwuchs	27	1	26	21	1	76
3. Aufwuchs	5	0	2	8	0	15
Kombination	2	0	8	8	1	19
Gesamt	66	1	74	66	4	211

3.8 Statistische Auswertung

Damit eine aussagekräftige Analyse der österreichischen Raufutterqualitäten durchgeführt werden kann ist es notwendig eine Datenbasis aufzubauen, die sowohl Laborwerte aus der chemischen Analyse als auch Fragebogendaten zum Raufuttermanagement enthält. Mit den Möglichkeiten der statischen Datenanalyse können Verbindungen zwischen Qualitätsparametern und Managementfaktoren hergestellt und in weiterer Folge bewertet werden. Die statistischen Berechnungen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein mit der Software Statgrafics (Version Centurion XV) und mit PASW (SPSS) 17.0 durchgeführt.

Mehrfaktorielle Auswertung mit Hilfe des General Linear Models (GLM)

Das lineare statistische Rechenmodell GLM ermöglichte die Einbeziehung von Regressionsvariablen (ordinal skaliert) und kategorischen Variablen (nominal skaliert). Diese mehrfaktorielle Methode kann über die Varianzanalyse Haupteffekte und Wechselwirkungen in Form des P-Wertes darstellen, wodurch Signifikanzniveaus eindeutig identifizierbar wurden.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Begriffsdefinition Heuqualität

Nach VOIGTLÄNDER und JACOB (1987) wird die Qualität von Heu in erster Linie durch seinen Nährstoffgehalt und die Verdaulichkeit, ferner durch Mineralstoffe und Carotin bestimmt. Die Brauchbarkeit in der Fütterung wird aber auch durch sekundäre Merkmale, wie den Besatz mit giftigen Pflanzen, den Grad einer Verschimmelung oder Verschmutzung, den Befall mit Heumilben u. ä., beeinflusst.

Aus ernährungsphysiologischen Gründen wird zunehmend die Einbeziehung der Löslichkeit von Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL) und Protein für die Futterbewertung gefordert. Aus der Sicht der Humanernährung werden Milchprodukte mit einem höheren Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren propagiert, deswegen werden die Heuqualitäten in letzter Zeit auch dahingehend durchleuchtet.

In dieser wissenschaftlichen Tätigkeit wird der Begriff Heuqualität in engem Zusammenhang mit den empfohlenen Orientierungswerten für Nährstoffgehalte, Futterenergie und Mineralstoffgehalte gesetzt. Die Relevanz einer „standortangepassten Heuqualität“ soll in dieser Arbeit diskutiert werden.

4.2 Parameter zur Bestimmung der Raufutterqualität

In diesem Abschnitt wurden qualitativ wichtige Kenngrößen untersucht, um festzustellen welche Einflussfaktoren wirksam waren und welche nicht. Die Einbindung der Managementfaktoren aus dem Fragebogen spielte in die Auswertung eine zentrale Rolle, weil geklärt werden sollte inwieweit die Raufutterqualität durch die Arbeitsweise beeinflussbar ist.

4.2.1 Inhaltsstoffe

Im Heuprojekt 2007 wurden unabhängige Einflussfaktoren (*Tabelle 2*) und deren Effekte auf qualitative Parameter mittels linearer Statistik (GLM) untersucht. Bei den Inhaltsstoffen konnten die Datenvarianzen zwischen 54 und 70 % (R^2) erklärt werden. Die Ergebnisse von *Tabelle 2* werden in den jeweiligen Parametern kommentiert.

Tabelle 2: P-Werttabelle für Weender-Inhaltsstoffe von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Parameter	Trockenmasse	Rohprotein	Rohfaser	Rohfett	Rohasche
	TM [g/kg FM]	XP [g/kg TM]	XF [g/kg TM]	XL [g/kg TM]	XA [g/kg TM]
			P-Wert		
Kategorische Faktoren					
Bundesland	0,0000	0,0022	0,0018		0,0785
Aufwuchs	0,0175	0,0000	0,1106	0,0276	0,0673
Trocknungsverfahren	0,0019	0,0455	0,0056	0,7121	0,4472
Entwicklungsstadium			0,0000		
Quantitative Faktoren					
Seehöhe	0,0355	0,1914	0,0007	0,4699	0,0015
Rohprotein	0,0001			0,0000	0,0060
Rohfaser	0,9151	0,0000		0,0003	0,0002
Rohasche	0,4067	0,0060	0,0000	0,0743	
R^2	62,7	70,6	70,8	63,4	54,3
R^2 adjustiert	59,3	68,2	67,9	60,8	50,6
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	8,2	11,2	17,5	2,1	9,0

Signifikanzniveau bei P-Wert: hoch signifikant < 0,01; signifikant < 0,05; tendenziell < 0,1

4.2.1.1. Trockenmasse

Der Wassergehalt ist in der Heukonservierung eine entscheidende Komponente, welche einen maßgeblichen Einfluss auf die Qualität des Raufutters ausübt. Eine Lagerstabilität stellt sich bei Raufutter erst dann ein, wenn der Wassergehalt kleiner 14 % bzw. wenn der Trockenmassegehalt höher als 86 % in der Frischmasse ist. Unabhängig vom Aufwuchs oder von der Trocknungsart erwiesen sich die TM-Gehalte in der Projektstudie 2007 generell als ausgezeichnet (*Tabelle 3*). Die Probe mit dem niedrigsten TM-Gehalt lag mit 880 g/kg FM noch weit über dem kritischen TM-Gehalt von 860 g/kg TM. Für die Praxis bedeuten diese Ergebnisse, dass 100 % der eingesendeten Heuproben aus dem Jahr 2007 in punkto TM-Gehalt lagerstabil waren.

Tabelle 3: Trockenmassegehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Daten: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Trockenmasse [g/kg FM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	930	927	923	928	32	27	5	64	15,3	17,8	5,3	15,9
Kaltbelüftung	924	930	923	926	38	26	2	66	18,6	19,5	2,8	18,8
Warmbelüftung	926	930	916	926	29	21	8	58	14,2	17,7	8,8	15,4
Insgesamt	926	929	919	927	99	74	15	188	16,4	18,2	7,7	16,8

4.2.1.2 Rohprotein (XP)

Der Eiweißgehalt vom wirtschaftseigenen Raufutter ist für die Versorgung der Milchkuh von besonderer Bedeutung, weil besonders in den HKT-Gebieten über 8.500 Betriebe die Abhängigkeit von Eiweißkraftfuttermitteln (Soja, etc.) reduzieren können.

In der Praxis (*Tabelle 4*) traten deutliche Differenzen zwischen den Aufwüchsen auf, wobei der 1. Aufwuchs mit durchschnittlich 101 g/kg TM den niedrigsten XP-Gehalt aufwies. Die Grummetaufwüchse enthielten mit 135 (2. Aufwuchs) bzw. 153 g/kg TM (3. Aufwuchs) wesentlich mehr Protein als das Heu.

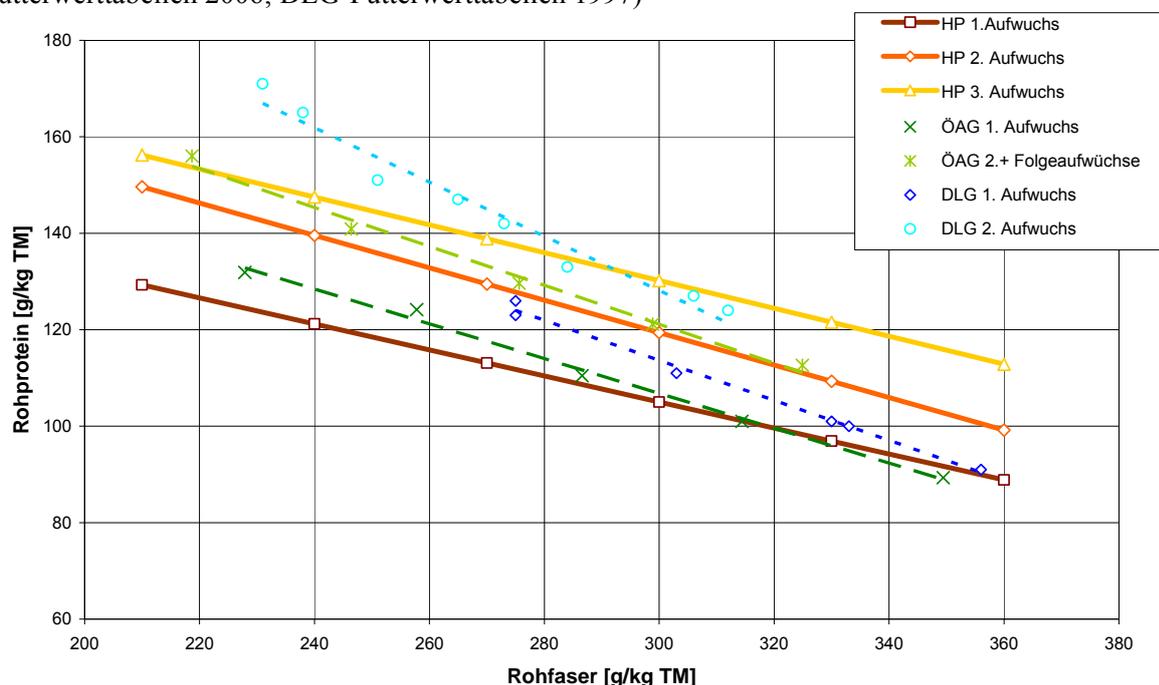
Tabelle 4: Rohproteingehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Rohprotein [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	90	130	139	111	32	27	5	64	16,5	17,8	20,5	27,0
Kaltbelüftung	104	136	173	118	38	26	2	66	19,3	19,7	9,9	26,4
Warmbelüftung	108	141	157	127	29	21	8	58	15,1	18,6	20,0	25,6
Insgesamt	101	135	153	118	99	74	15	188	18,7	19,0	21,6	27,0

Minimum 59 g/kg TM, Maximum 192 g/kg TM

In der mehrfaktoriellen Datenauswertung (*Tabelle 2*) konnte bestätigt werden, dass der Rohfasergehalt den entscheidenden Einfluss auf den Rohproteingehalt ausübte. In Abhängigkeit vom Pflanzenbestand ist der Nutzungszeitpunkt des Grünlandes der gewichtigste Faktor hinsichtlich Höhe des Proteingehaltes. Der Effekt des Aufwuchses war ebenfalls hoch signifikant. Im 1. Aufwuchs gelang es selbst mit effizienter Warmbelüftungstechnik und rechtzeitiger Futterernte nur wenigen Betrieben über 130 g Rohprotein/kg TM zu kommen, während beim Grummet die Rohproteingehalte beinahe auf Augenhöhe mit jenen von Silage lagen (RESCH et al. 2006). Die Trocknungstechnik beeinflusste den Rohproteingehalt dergestalt, dass bei Bodentrocknung die Gehaltswerte am geringsten waren, besser schnitt die Kaltbelüftung ab. Einen signifikanten Unterschied brachte allerdings die Warmbelüftung (P-Wert 0,0455). Nur mit der Warmbelüftung war eine signifikante Steigerung im Rohproteingehalt möglich.

Abbildung 1: Einfluss der Rohfaser auf den Rohproteingehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs ohne Berücksichtigung des Trocknungsverfahrens (Datenquelle: Heuprojekt 2007; ÖAG-Futterwerttabellen 2006; DLG-Futterwerttabellen 1997)



- HP = Heuprojekt 2007
- ÖAG = ÖAG-Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum, RESCH et al. 2006
- DLG = DLG Futterwerttabellen für Wiederkäuer, DLG-Verlag 1997

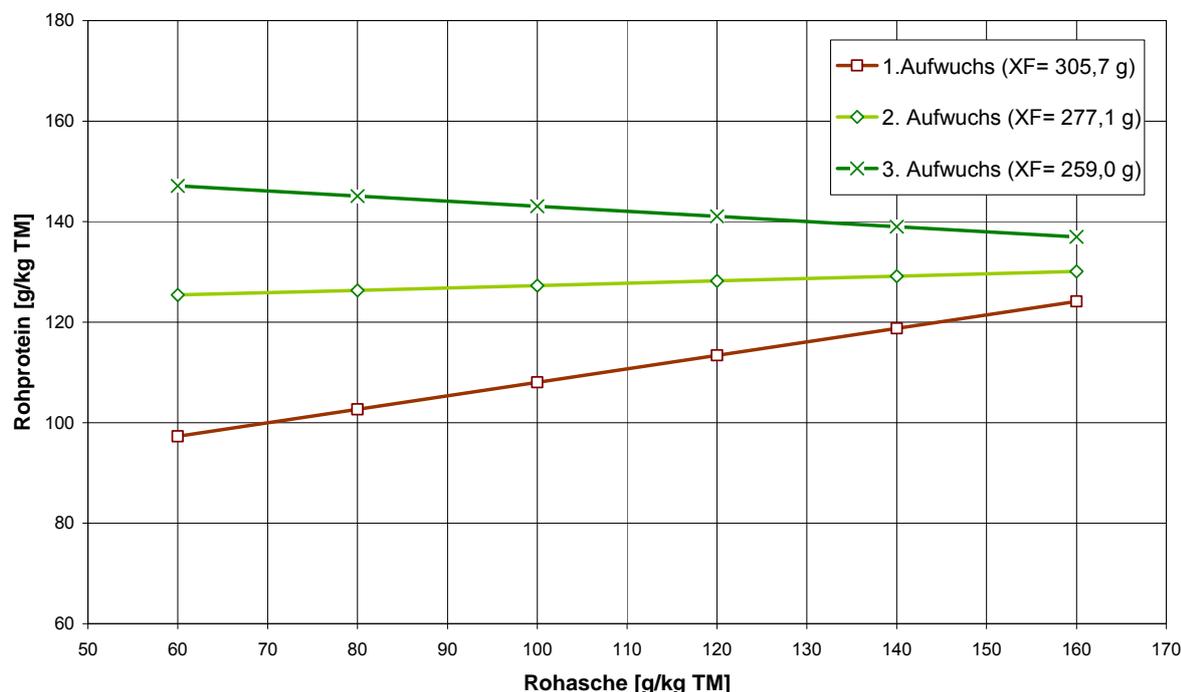
Im Vegetationsverlauf zeigte ein Vergleich zwischen dem Rohproteingehalt aus dem Heuprojekt 2007 und den Daten aus der ÖAG-Futterwerttabelle (RESCH et al. 2006), dass unabhängig vom Trocknungsverfahren eine recht gute Übereinstimmung in den Grünlandaufwüchsen besteht (*Abbildung 1*). Mit Zunahme der Rohfaser um 1 g sank der Rohproteingehalt beim Raufutter des Heuprojektes um -0,31 g im 1. Aufwuchs bzw. um -0,21 g im 2. und um -0,17 g/kg TM im 3. Aufwuchs (Rohfaser-Effekt).

Die Rohproteinwerte aus der DLG-Futterwerttabelle für Heu aus Grünlandfutter zeigten sowohl im 1. als auch bei den Folgeaufwüchsen eine deutlich steilere Dynamik während des Vegetationsverlaufes (*Abbildung 2*). Bei Zunahme um 1 g Rohfaser war die Abnahme des Rohproteingehaltes mit -0,41 g im 1. Aufwuchs und mit -0,56 g XP/kg TM bei den Folgeaufwüchsen unter DLG-Verhältnissen wesentlich höher als in Österreich. Junge Bestände waren im Eiweißgehalt in Deutschland im Durchschnitt viel besser, näherten sich im Verlauf der Vegetation allerdings an die österreichischen Werte an.

Die Schweizer Rohproteinwerte waren noch steiler als die Deutschen, d.h. dass mit Zunahme um 1 g Rohfaser der Rohproteingehalt um -0,64 g/kg TM sank. Junge Bestände waren in der Schweiz eiweißreicher, mit zunehmendem Alter nahm das Protein allerdings drastisch ab, sodass ab einem Rohfasergehalt über 300 g bereits mit Eiweißgehalten unter 100 g/kg TM gerechnet werden musste.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf den Rohproteingehalt war die Konzentration an mineralischen Bestandteilen im Raufutter bzw. der Rohaschegehalt. In den einzelnen Aufwüchsen war der Regressionskoeffizient sehr unterschiedlich ausgebildet (*Abbildung 2*). Der hoch signifikante Zusammenhang (P-Wert 0,0000) zwischen Rohasche und Rohprotein ist durch die Physiologie der einzelnen Aufwüchse erklärbar.

Abbildung 2: Einfluss der Rohasche auf den Rohproteingehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Der Umstand, dass im 1. Aufwuchs bei Abnahme von Asche gleichzeitig der Proteingehalt sinkt, hängt stark mit dem Stängel : Blatt-Verhältnis zusammen. Im Durchschnitt enthielt der 1. Aufwuchs 45 % Stängel, was sich durch eine Dominanz von Obergräsern leicht erklären lässt. Die protein- und mineralstoffreichen Blätter waren speziell im 1. Aufwuchs in Richtung Abbröckelung gefährdet und dadurch gingen gleichzeitig Rohprotein und Mineralstoffe verloren. Je mehr Untergräser im Bestand vorkamen, desto geringer wurde der Stängelanteil und dadurch änderte sich auch die Beziehung vom Rohproteingehalt zur Aschefraktion. Im 3. Aufwuchs lag der Stängelanteil im Durchschnitt auf 19 %. Wenn hier die Rohasche anstieg, so sank der Proteinanteil, genau so wie es bei einer erdigen Verschmutzung typisch auftritt.

Die Schlussfolgerung ist, dass es bei Raufutter entweder durch erdige Verschmutzung des Futters oder durch Abbröckelung der trockenen Blätter zu einer signifikanten Verringerung des Rohproteingehaltes kommen kann.

4.2.1.2.1 Wirtschaftsweise

Wird der Faktor Wirtschaftsweise des Betriebes in das lineare Modell einbezogen, so zeigte sich ein hoch signifikanter Einfluss auf den Rohproteingehalt von Raufutter (P-Wert = 0,0083). Der signifikante Effekt beruhte auf der Differenz zwischen Biobetrieb (XP = 121,0 g/kg TM) und UBAG (XP = 129,1 g/kg TM). Es konnte keine signifikante Differenz zwischen der Wirtschaftsweise „keine ÖPUL-Teilnahme“ und Bio bzw. UBAG festgestellt werden.

4.2.1.2.2 Schnitthöhe

Die Mäh- oder Schnitthöhe bei der Futterernte hatte im GLM-Modell einen signifikanten Einfluss (P-Wert = 0,0129) auf den Rohproteingehalt von Heu. Im Mehrfachvergleich der Gruppen stellte sich heraus, dass Heupartien mit einer Schnitthöhe über 7 cm (XP = 131,7 g/kg TM) einen signifikant höheren Rohproteingehalt aufwiesen als Raufutter bis 7 cm Schnitthöhe (XP ≤ 121,8 g/kg TM).

Schlussfolgerungen für den Rohproteingehalt von Raufutter

Die Ergebnisse aus dem Heuprojekt 2007 zeigten, dass gute Rohproteingehalte (1. Aufwuchs > 115 g/kg TM, 2.+ Folgeaufwüchse > 130 g/kg TM) erreichbar waren, wenn der Nutzungszeitpunkt im Ähren-

/Rispen schieben der Leitgräser gewählt wurde, das entspricht im 1. Aufwuchs einer Rohfaser < 290 g/kg TM und bei den Folgeaufwüchsen weniger als 270 g XF/kg TM. Fehler in der Futterbearbeitung auf dem Feld, wie z.B. zetzen bei TM-Gehalten über 70 % sollen tunlichst vermieden werden, ansonsten geht viel Rohprotein durch Bröckelverluste von den empfindlichen Blattspreiten verloren. Der Einsatz von Warmbelüftungs- bzw. Entfeuchtungsanlagen ist empfehlenswert, weil dadurch höhere Eiweißgehalte erhalten werden können. Aus pflanzenbaulicher Sicht sind grasbetonte Pflanzenbestände mit mindestens 60 % wertvollen Futtergräsern, vor allem wenn ein gutes Untergrasgerüst vorhanden ist, gegenüber kräuterreichen Beständen in der Konservierbarkeit des Rohproteins im Vorteil. Zu tiefer Ernteschnitt hatte einen reduzierenden Einfluss auf den Proteingehalt.

4.2.1.3 Rohfaser (XF)

Der Gehalt an strukturierten Kohlenhydraten ist für die Wiederkäuerfütterung von essentieller Bedeutung. Insofern stellt Raufutter für den Milchviehfütterer nach wie vor eine wichtige Rationskomponente dar. Milchviehbetriebe, die mit hoher Silagequalität operieren, sind bestens bedient wenn sie hygienisch einwandfreies Heu als Strukturlieferant verwenden.

Tabelle 5: Rohfasergehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Rohfaser [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	329	281	282	305	32	27	5	64	27,0	26,5	50,9	37,4
Kaltbelüftung	297	257	220	279	38	26	2	66	39,3	24,5	14,1	40,0
Warmbelüftung	281	256	247	267	29	21	8	58	38,5	23,2	45,2	37,0
Insgesamt	303	265	255	284	99	74	15	188	40,2	27,2	47,4	41,1

Minimum 184 g/kg TM, Maximum 378 g/kg TM

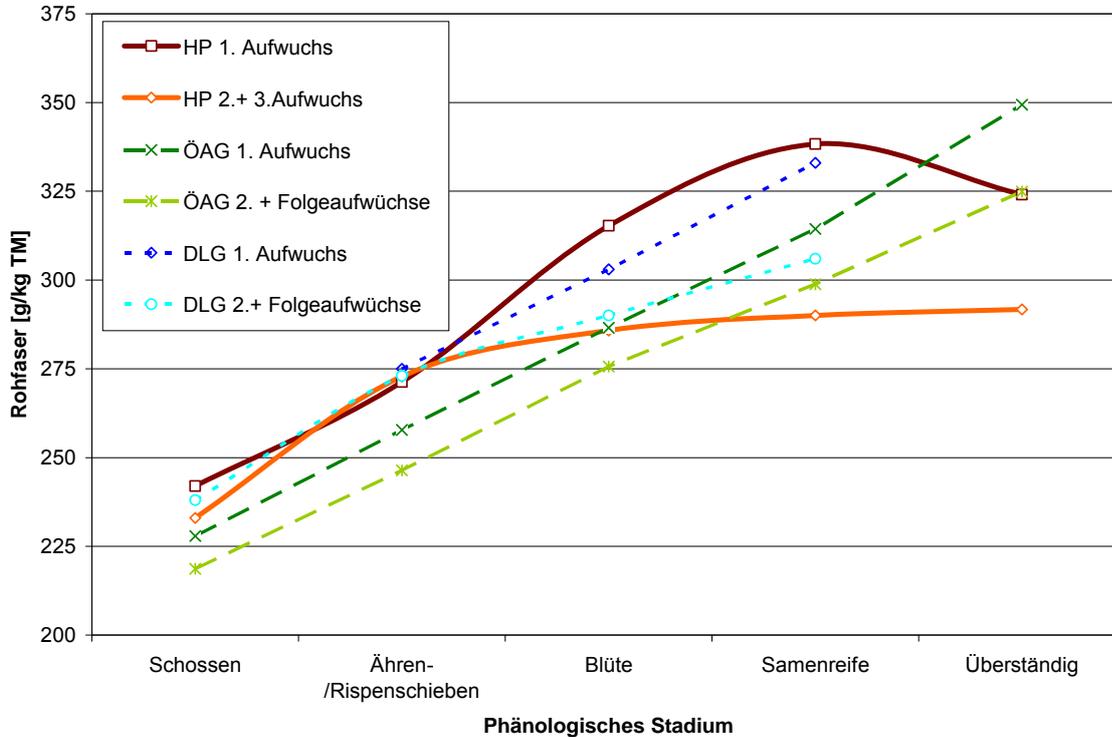
Tabelle 5 bringt klar zum Ausdruck, dass der Aufwuchs einen großen Einfluss auf den Rohfasergehalt ausübte. Zwischen den Gesamtmittelwerten des 1. und des 3. Aufwuchses waren beinahe 50 g XF/kg TM Unterschied. Für diese hohe Differenz war die Zusammensetzung der österreichischen Pflanzenbestände und der Erntezeitpunkt hauptverantwortlich. In Österreich wurden größtenteils Dauerwiesenbestände zu Heu konserviert. Für diese Futterbestände war es typisch, dass im 1. Aufwuchs die Obergräser dominieren und es dadurch zu erhöhten XF-Gehalten kam, während bei den Folgeaufwüchsen der Anteil der Untergräser stärker wurde. Zwischen den einzelnen Trocknungsverfahren zeichnete sich ebenfalls ein hoch signifikanter Unterschied im Rohfasergehalt ab (P-Wert 0,0056), der sich auch in jedem Grünlandaufwuchs manifestierte. Am größten waren hier die Differenzen im 1. Aufwuchs.

Das multiple Statistikmodell ergab für den Faktor Entwicklungsstadium einen hoch signifikanten Effekt (P-Wert 0,0000) hinsichtlich Rohfasergehalt von Raufutter. Die Ergebnisse zeigten, dass der Rohfasergehalt im Laufe des Pflanzenwachstums bis hin zur Samenreife anstieg, danach kam es zu einer spürbaren Absenkung beim überständigen Futter (Abbildung 3). In der Natur brechen abgesamte, überständige Pflanzenbestände regelrecht zusammen und es wachsen die Arten des Folgeaufwuchses durch. Diese junge Biomasse sorgt für die Absenkung im Rohfasergehalt bei stark überständigem Futter. Leider waren nicht alle Gruppen der Variable Entwicklungsstadium mit einer ausreichenden Anzahl an Raufutterproben besetzt, deswegen kam es bei der Gruppe 1 (Schossen) aufgrund der geringen Probenanzahl zu einem höheren Rohfasergehalt wie in Gruppe 2 (Ähren-/Rispen schieben).

In Abbildung 3 zeigte sich der Unterschied zwischen 1. Aufwuchs (Heu) und den Folgeaufwüchsen (Grummet) im Heuprojekt sehr deutlich. In den Grummetaufwüchsen war die Rohfaserzunahme ab dem Blühstadium nur mehr sehr gering ausgeprägt. Die Verläufe der Rohfasergehalte aus der ÖAG-Futterwerttabelle sind beinahe linear geartet, weil den Rohfasergehaltswerten bestimmte Vegetationsstadien zugeordnet wurden. Die Rohfaserergebnisse aus den DLG-Futterwerttabellen stimmen mit jenen aus dem Heuprojekt recht gut überein, wenn man davon absieht, dass im 1. Aufwuchs der DLG-

Daten nicht der gesamte Vegetationsbereich abgedeckt ist und bei den Folgeaufwüchsen ab dem Stadium Blüte noch ein deutlicher Anstieg in der Rohfaser auftritt.

Abbildung 3: Einfluss des Vegetationsstadiums auf den Rohfasergehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs und der Datenbasis unabhängig vom Trocknungsverfahren (Daten: HP= Heuprojekt 2007; ÖAG= ÖAG-Futterwerttabellen 2006; DLG= DLG-Futterwerttabellen 1997)



In der Auswertung der Heuprojekt Daten wurde auch der Frage nachgegangen, ob die Höhenlage einen Effekt hinsichtlich Raufutterqualität zeigt, weil sich mit zunehmender Seehöhe die botanische Zusammensetzung ändert. Mit dem mehrfaktoriellen Berechnungsmodell konnte für Rohfaser ein hoch signifikanter Einfluss nachgewiesen werden (P-Wert 0,0007), wenn sich die Höhenlage ändert. Die Größenordnung des Effektes war dergestalt, dass sich bei Zunahme der Seehöhe um 100 m der Rohfasergehalt um -2,5 g/kg TM verringert. Die Änderung der botanischen Zusammensetzung ging mit zunehmender Seehöhe weg von starkwüchsigen Obergrasbeständen in Richtung rasige, untergrasbetonte Bestände mit geringeren Rohfasergehalten.

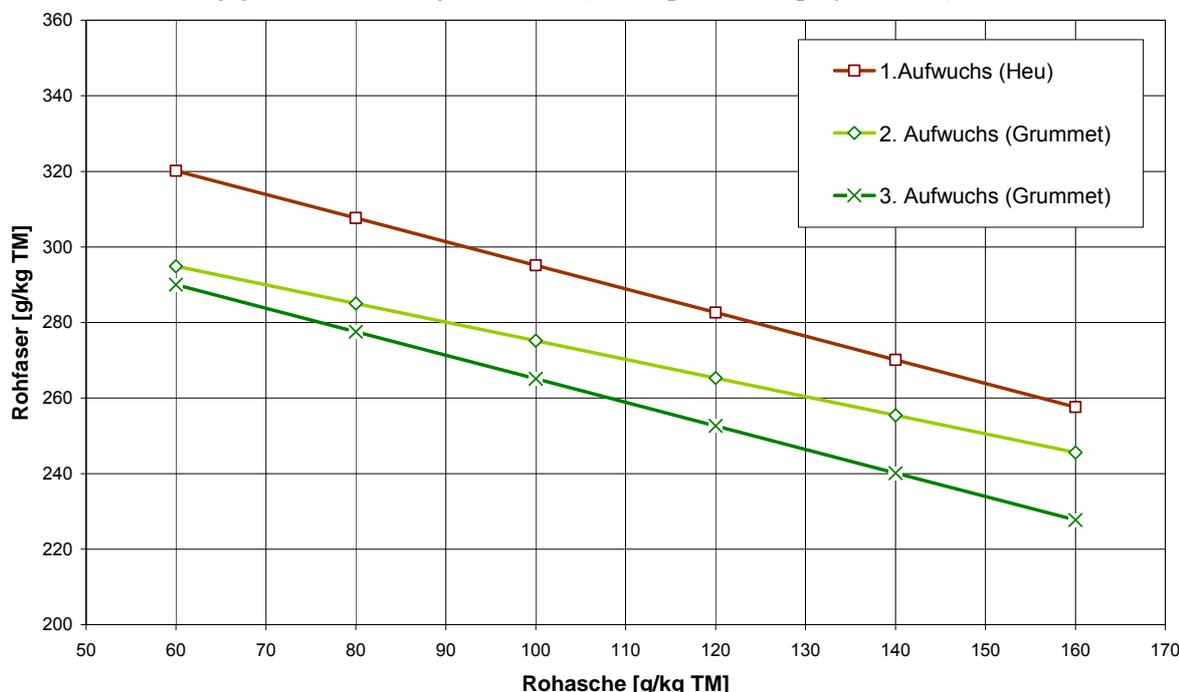
Den Ergebnissen aus dem Heuprojekt zufolge hatte der Rohaschegehalt einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert 0,0000) auf den Rohfasergehalt (Abbildung 4)

Der Rohascheeinfluss auf den Rohfasergehalt wurde von zwei Effekten gesteuert. Einerseits kann eine mineralische Futtermittelverschmutzung durch Erdhaufen (Maulwurf, Wühlmaus) erfolgen. Meistens war dieser Effekt an Rohaschegehalten über 110 g/kg TM erkennbar. Andererseits könnten Mineralstoffe aus dem Futter durch Abbröckelung verloren gehen, dieser Umstand drückte sich häufig in niedrigen Rohaschegehalten unter 80 g XA/kg TM aus.

In der statistischen Auswertung konnte festgestellt werden, dass das Trocknungsverfahren einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert 0,0056) auf den Rohfasergehalt ausübte. In der deskriptiven Statistik (Tabelle 4) betrug der Unterschied zwischen Bodentrocknung und Warmbelüftung ~40 g XF/kg TM. Durch die Adjustierung der Daten im multiplen Mittelwertvergleich schrumpfte die Differenz auf 15 g, dennoch war dieser Unterschied signifikant. Keinen absicherbaren Unterschied gab es zwischen den Verfahren Kaltbelüftung und Warmbelüftung. Es war durch die Bodentrocknung nicht möglich den Rohfasergehalt des Ausgangsmaterials zu halten, wertvolle Blattmasse ging durch Abbröckelung verloren, die Folge war ein höherer Rohfasergehalt von 293 g/kg TM. Es war in der Regel nur mit künstlicher

Trocknungstechnik möglich einen akzeptablen Blattanteil im Heu und Grummet und damit niedrigere Rohfasergehalte zu erzielen.

Abbildung 4: Einfluss des Rohaschegehaltes auf den Rohfasergehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



In Anbetracht der Rohfasergehalte aus unterschiedlichen österreichischen Bundesländern und Südtirol konnte festgestellt werden, dass der Effekt der Herkunftsregion hoch signifikant zu beurteilen ist. Im Einzelnen waren die Rohfasergehalte unabhängig vom Aufwuchs so aufgetreten, dass im Land Vorarlberg mit durchschnittlich 265,6 g XF/kg TM die niedrigsten Rohfasergehalte gemessen wurden. Im Rheintal wird traditionell mindestens viermal im Jahr geerntet und die Dichte an Heubelüftungsanlagen ist sehr hoch, das erklärt die niedrigen Rohfaserwerte. Heuproben aus dem Salzburger Flachgau wiesen mit 275 g XF ebenfalls niedrige Rohfaserwerte auf. Im Mittelfeld lagen die Bundesländer Tirol, Oberösterreich, Kärnten und die Steiermark. Niederösterreich hatte mit durchschnittlichen 295 g XF/kg TM die höchsten Rohfasergehalte im österreichischen Bundesgebiet. Übertroffen wurde dieser Wert allerdings noch von Südtirol mit 309,6 g XF/kg TM. In Niederösterreich und Südtirol wurde im Jahr 2007 die Heuernte extrem spät durchgeführt, wobei in Südtirol die Großwetterlage im 1. Aufwuchs hauptverantwortlich für die verzögerte Ernte war.

4.2.1.3.1 Erntegerät

Wurde der Faktor Erntegerät in die GLM-Prozedur einbezogen, so zeigte sich ein hoch signifikanter Einfluss auf den Rohfasergehalt von Raufutter (P-Wert = 0,0001). Der signifikante Effekt beruhte auf der Differenz zwischen Ladewagen (XF 268,6 g/kg TM) und Variabler Presse (XF 301,4 g/kg TM), wobei der Rohfasergehalt beim Ladewagen um 33 g/kg TM niedriger lag als bei der Variablen Presse. Die Fixkammerpresse lag um 18 g Rohfaser/kg TM höher als das Raufutter, das mit dem Ladewagen eingeführt wurde.

Schlussfolgerungen für den Rohfasergehalt von Raufutter

Der Rohfasergehalt von Raufutter ist ein zentraler Inhaltsstoff, dessen Größenordnung maßgeblich die Futterqualität beeinflusst. Der Anteil an Faserbestandteilen hing eng mit dem Vegetationsstadium der Pflanzen und somit mit dem Zeitpunkt der Grünlandnutzung zusammen. Im Rohfaserverlauf unterschied sich der Heuaufwuchs (1. Ernte) von den Grummetaufwüchsen (2. und 3. Ernte) sehr stark. Qualitätsheu

mit akzeptablen Rohfasergehalten unter 270 g/kg TM ließe sich am leichtesten produzieren, wenn der Nutzungszeitpunkt zum Ähren-/Rispschieben der Leitgräser und nicht später gewählt würde. Beim Grummet wirkte sich der Nutzungszeitpunkt wesentlich langsamer auf den Anstieg im Rohfasergehalt aus. Die Höhenlage des Futterbestandes spielte ebenfalls eine signifikante Rolle, weil die Pflanzen mit zunehmender Seehöhe feiwüchsiger und damit rohfasärer wurden. Ganz wesentlich in punkto Rohfasergehalt war das Trocknungsverfahren. Bei diesem österreichweiten Datenbestand an Raufutterproben konnte nachgewiesen werden, dass es mit der künstlichen Heutrocknung möglich war eine signifikante Verringerung im Rohfasergehalt gegenüber Bodentrocknung zu erreichen. Qualitätsbewusste Regionen wie das Bundesland Vorarlberg hoben sich durch niedrigere Rohfasergehalte zum Rest des österreichischen Bundesgebietes und zu Südtirol ab, wo in der Heukonservierung noch weitgehend das traditionelle Management vorherrschte.

4.1.1.4 Rohfett (XL)

Der Rohfettgehalt, vor allem aber das Fettsäuremuster von Milchprodukten war in letzter Zeit häufiger von Interesse für den Konsumenten. Grundfutterbetonte Rationen weisen höhere Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf und sind deswegen für den Menschen für die Gesundheit förderlich. Gerade deswegen ist die Höhe des Rohfettgehaltes von Raufutter für den Tierernährer nicht unerheblich.

Die Bezeichnung Rohfett umfasst laut KIRCHGESSNER (1992) eine stark heterogene Gruppe von Stoffen, denen lediglich ihre Löslichkeit gemeinsam ist. Es sind Stoffe wie Wachse, Harze und Farbstoffe miteinbezogen, die vom Tier nicht verdaut werden können. KIRCHGESSNER (1992) geht davon aus, dass 20-40 % des Rohfettes von farbstoffreichen und fettarmen Futtermitteln wie Gras und Heu nicht zum eigentlichen Fett (Triglyceriden) gerechnet werden können.

In der deskriptiven Statistik von *Tabelle 6* ergaben die Faktoren Aufwuchs und Trocknungsverfahren Unterschiede zueinander. Der 1. Aufwuchs enthielt im Durchschnitt weniger Rohfett als die Folgeaufwüchse. Mittels Warmbelüftung kann ein höherer Rohfettgehalt erzielt werden als mit Kaltbelüftung, beim Verfahren Bodentrocknung waren die durchschnittlichen Rohfettgehalte am geringsten.

Tabelle 6: Rohfettgehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

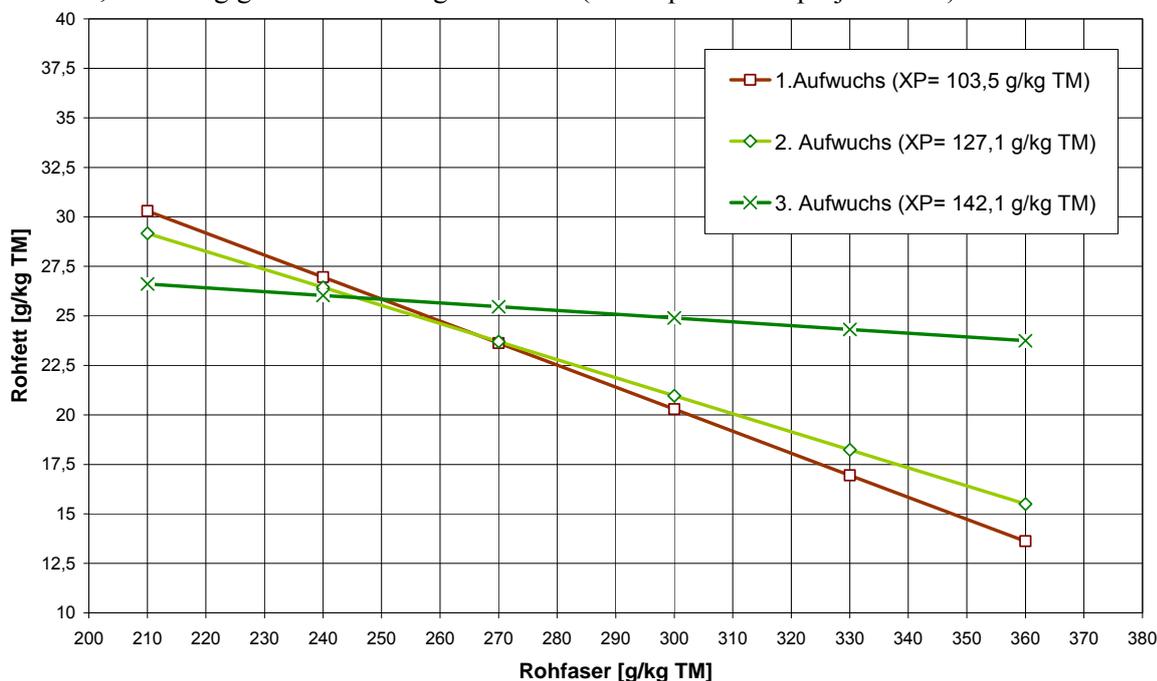
Aufwuchs	Rohfett [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	22	29	29	26	15	12	4	31	3,7	3,8	7,0	5,4
Kaltbelüftung	25	30	31	27	28	16	2	46	3,1	3,3	2,8	3,7
Warmbelüftung	27	30	32	29	23	15	8	46	3,2	2,6	3,6	3,7
Insgesamt	25	30	31	27	66	43	14	123	3,7	3,2	4,5	4,4

Minimum 16,0 g/kg TM, Maximum 38,0 g/kg TM

Dem Modell zufolge liefern die Parameter Rohprotein-, Rohfaser- und Rohaschegehalt sowie der Aufwuchs die größten Effekte, während die Seehöhe nur eine untergeordnete Rolle spielte. Das Trocknungsverfahren hat keinen signifikanten Einfluss auf den Rohfettgehalt, wenn die angeführten unabhängigen Variablen konstant gehalten bzw. ausgeschaltet wurden.

Die einfaktorielle, lineare Beziehung zwischen Rohfett- und Rohfasergehalt drückt sich in einer Regression ($\text{Rohfett} = 54,3257 - 0,113164 \times \text{Rohfaser}$) so aus, dass durch Rohfaser rund 47 % (R^2) der Datenvarianz erklärt werden können. Mit Zunahme der Rohfaser um 1 g nimmt der Rohfettgehalt um 0,11 g/kg TM ab. Zwischen 1. und 2. Aufwuchs treten im Verlauf der Vegetation kaum Differenzen auf. Der Rohfettgehalt nimmt im Verlauf des 3. Aufwuchses wesentlich weniger stark ab als im 1. bzw. 2. Aufwuchs. Mit Zunahme des Aschegehaltes um 1 g sinkt der Rohfett-Gehalt um 0,04 g/kg TM. Der Effekt beruht ausschließlich auf dem Prinzip der Verdrängung bzw. Verdünnung. Der Rohfettunterschied zwischen den Aufwüchsen war hoch signifikant, weil sich das Heu von den Folgeaufwüchsen differenzierte. Die Rohfettgehalte waren im Heu geringer als im Grummet.

Abbildung 5: Einfluss des Rohfasergehaltes auf den Rohfettgehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



4.1.1.5 Rohasche (XA)

Der Rohaschegehalt beinhaltet die Summe der mineralischen Bestandteile eines Futtermittels, die nach Verbrennung der organischen Masse übrig bleiben. Die Mineralstoffe sind der Herkunft nach in pflanzeneigene und durch Futterschmutzung beigefügte Mengen- und Spurenelemente zu differenzieren. In der deskriptiven Statistik (Tabelle 7) sind im Faktor Aufwuchs Unterschiede im Rohaschegehalt feststellbar. Im 1. Aufwuchs treten die niedrigsten Rohaschegehalte auf, mit jedem weiteren Schnitt steigt der Rohaschegehalt an. Den deskriptiven Ergebnissen zufolge hatte das Trocknungsverfahren keinen Effekt auf den Rohaschegehalt.

Tabelle 7: Rohaschegehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Rohasche [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	68	86	91	77	32	27	5	64	10,2	11,9	11,8	14,4
Kaltbelüftung	75	90	120	83	38	26	2	66	19,4	15,6	12,7	20,2
Warmbelüftung	74	92	105	85	29	21	8	58	10,4	18,8	17,3	18,6
Insgesamt	73	89	102	81	99	74	15	188	14,7	15,4	17,1	18,1

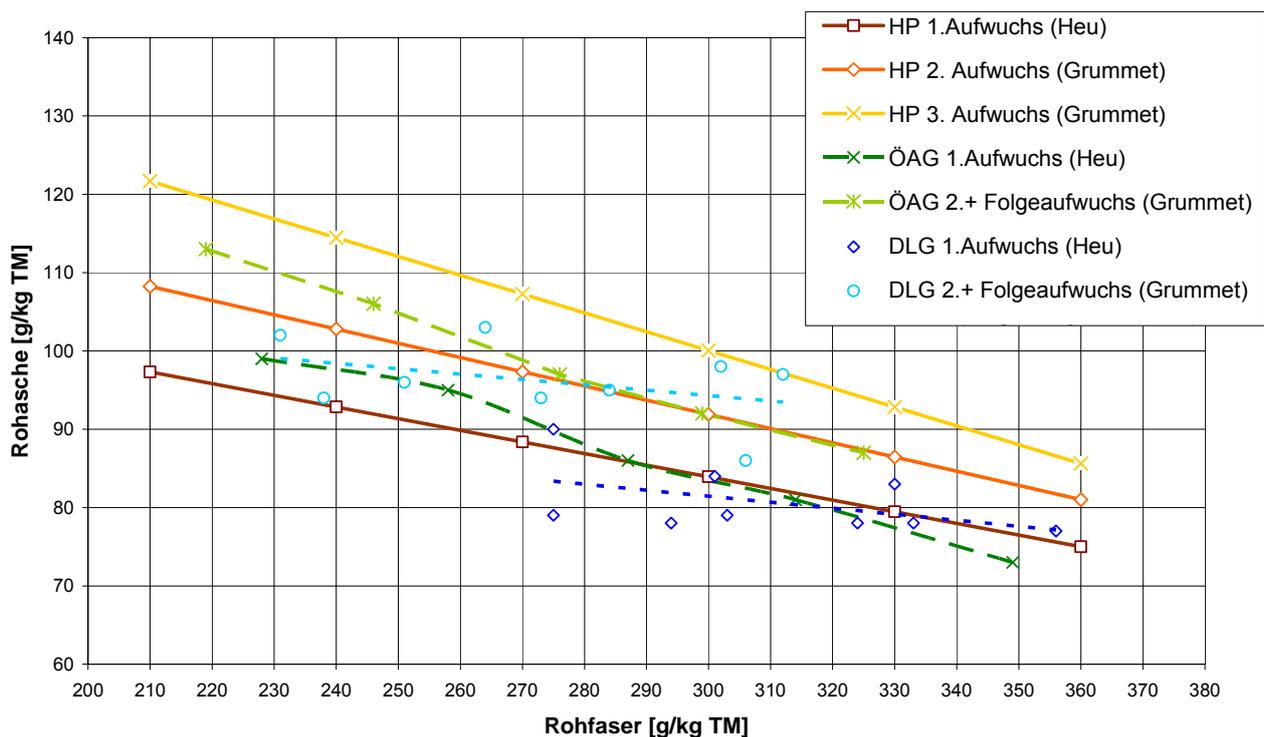
Minimum 51,0 g/kg TM, Maximum 181,9 g/kg TM

Mit einem GLM-Modell (Tabelle 2) konnte die Datenvarianz des Rohaschegehaltes von Raufutter mit ~51 % (R^2 adjustiert) erklärt werden, wobei die Einflussfaktoren Rohfaser- und Rohproteingehalt sowie die Seehöhe einen hoch signifikanten Effekt ausübten. In der Tendenz wirkte sich auch der Aufwuchs (P-Wert 0,0673) und das Bundesland (P-Wert 0,0785) auf den Rohaschegehalt aus. Das Trocknungsverfahren (P-Wert 0,4472) hatte keinen Einfluss auf die Höhe des Rohaschegehaltes.

Mit Zunahme der Rohfaser um 1 g sank der Rohaschegehalt um 0,23 g/kg TM. In Abbildung 6 wird eine Differenzierung des Rohfasereinflusses in Abhängigkeit des Aufwuchses dargestellt. Die simplen Regressionsanalysen ergeben für den 1. Aufwuchs einen Regressionskoeffizienten von -0,18 g, für den 2.

Aufwuchs -0,21 g und für den 3. Aufwuchs -0,27 g/kg TM, d.h. dass sich der Anstieg der Rohfaser beim Grummet stärker auf den Rohaschegehalt auswirkt als beim Heu. Ein Vergleich zwischen den Verläufen aus dem Heuprojekt und den ÖAG-Futterwerttabellen (RESCH et al. 2006) zeigt sehr ähnliche Verlaufskurven ab einem Rohfasergehalt von 280 g/kg TM und höher. Die Rohascheverläufe der DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) sind mit Regressionskoeffizienten zwischen -0,07 und -0,08 wesentlich flacher als in Österreich, die Differenzen betragen in Abhängigkeit vom Aufwuchs jedoch nicht mehr als 5 g XA/kg TM.

Abbildung 6: Einfluss des Rohfasergehaltes auf den Rohaschegehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Mit Zunahme des Rohproteingehaltes um 1 g, stieg der Rohaschegehalt um 0,16 g/kg TM (Rohproteineffekt). Der Rohproteineffekt kann dadurch erklärt werden, dass bei geringen Abbröckelverlusten sowohl Rohprotein- als auch Rohaschegehalt Zunahmen aufweisen, während die Gehaltswerte von Rohprotein und Rohasche bei hohen Bröckelverlusten entsprechend abnehmen. Zwischen 1. und 2. Aufwuchs besteht kein Unterschied, der 3. Aufwuchs enthält signifikant mehr Rohasche als der 1. Aufwuchs. Mit einem P-Wert von 0,0015 ist der Einfluss der Höhenlage hoch signifikant. Bei einer Zunahme der Seehöhe um 100 m sinkt der Rohaschegehalt um 1,2 g/kg TM.

4.2.1.5.1 Regen

Mit dem linearen Modell konnte ein signifikanter Einfluss (P-Wert = 0,0296) eines Niederschlagsereignisses (mehr als 5 mm Niederschlag) während der Feldphase auf den Rohaschegehalt von Raufutter festgestellt werden. Die Differenz zwischen niederschlagsfreier Futterernte (XA 90,9 g/kg TM) und einer angeregten Futterpartie (XA 95,2 g/kg TM) machte 4,3 g Rohasche/kg TM zu ungunsten der angeregten Gruppe aus.

Schlussfolgerungen für den Rohaschegehalt von Raufutter

Der Gehalt an Mineralstoffen steht beim Raufutter in engem Zusammenhang mit dem Rohfasergehalt. Je später der Nutzungszeitpunkt gewählt wird, umso geringer wird der Rohaschegehalt. Der 3. Aufwuchs enthält signifikant mehr Rohasche als der 1. und der 2. Aufwuchs. Raufutter mit einem hohem Proteingehalt (Klee- und Kräuterbestände) hat unabhängig vom Rohfasergehalt auch meist einen hohen

Mineralstoffgehalt. Die Schnitthöhe zeigte zwar keinen signifikanten Einfluss auf den Aschegehalt, dennoch wurden die höchsten Rohaschewerte bei einer Schnitthöhe unter 5 cm (XA = 88 g/kg TM) beobachtet. Futter das über 5 cm Schnitthöhe geerntet wurde hatte im Vergleich dazu Aschegehalte unter 86 g/kg TM.

4.2.2. Mengen- und Spurenelemente

Von den Mineralstoffen wurden in den Heuprojektstudien hauptsächlich die Mengenelemente Calcium, Phosphor, Magnesium, Kalium und Natrium erfasst. Die Spurenelemente Eisen, Mangan, Zink und Kupfer wurden von den Teilnehmern nur auf Wunsch analysiert. Aufgrund der geringen Datendichte bei den Spurenelementen wird auf eine umfangreiche statische Auswertung verzichtet und nur deskriptiv dargestellt. Calcium (Ca) und Phosphor (P) bedingen 70 % des Mineralstoffbedarfes von Wirbeltieren. Diese beiden Mengenelemente sind neben vielen anderen wichtigen Funktionen die elementaren Bausteine für Knochen und Zähne und ihr Stoffwechsel ist laut JEROCH et al. (1999) eng miteinander verknüpft.

Tabelle 8: P-Werttabelle für Mineralstoffe von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Parameter	Calcium Ca [g/kg TM]	Phosphor P [g/kg TM]	Magnesium Mg [g/kg TM]	Kalium K [g/kg TM]	Natrium Na [g/kg TM]
			P-Wert		
Kategorische Faktoren					
Bundesland	0,0073	0,0026	0,0098	0,2453	0,1615
Aufwuchs	0,1526	0,1122	0,0599	0,1803	0,0043
Trocknungsverfahren	0,0057	0,0290	0,0903	0,2268	0,1060
Quantitative Faktoren					
Seehöhe	0,0001	0,9186	0,0779	0,0276	0,1668
Rohprotein	0,9873	0,0091	0,0640	0,0008	0,0199
Rohfaser	0,0252	0,4062	0,0533	0,2122	0,0152
Rohasche	0,0005	0,2674	0,3308	0,0001	0,2181
R ²	56,6	57,5	60,8	52,5	30,9
R ² adjustiert	50,6	51,7	55,4	46,0	21,4
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	1,1	0,4	0,4	2,8	0,23

Signifikanzniveau bei P-Wert: hoch signifikant < 0,01; signifikant < 0,05; tendenziell < 0,1

4.2.2.1 Calcium (Ca)

Das Element Calcium ist in der Versorgung von Milchkühen ein wichtiger Mineralstoff, dessen Bedarf mit zunehmender Milchleistung ansteigt (GRUBER et al. 1995, GRUBER und RESCH 2009). Die Ergebnisse aus der deskriptiven Statistik in *Tabelle 9* weisen den Aufwuchs als Faktor mit den größten Differenzen aus, während zwischen den Trocknungsverfahren keine auffallenden Differenzen bestehen.

Tabelle 9: Calciumgehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Calcium [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	5,6	7,5	7,2	6,5	22	20	2	44	1,4	1,9	1,6	1,9
Kaltbelüftung	5,7	7,5	6,9	6,3	29	16	1	46	2,2	2,4	.	2,4
Warmbelüftung	5,2	7,2	9,6	6,3	21	13	4	38	1,1	1,7	1,1	2,0
Insgesamt	5,5	7,4	8,5	6,4	72	49	7	128	1,7	2,0	1,7	2,1

Minimum 2,8 g/kg TM, Maximum 14,1 g/kg TM

Die Datenvarianz der abhängigen Variable Calciumgehalt kann im Raufutter mit einem R^2 von ~57 % erklärt werden. Nach RESCH et al. (2009) hängt der Calciumgehalt eng mit dem Rohfasergehalt, der botanischen Zusammensetzung, aber auch mit dem Rohaschegehalt und der Azidität des Bodens sowie dem Ausgangsgestein zusammen. Die statistische Analyse mittels GLM-Prozedur zeigt in *Tabelle 8*, dass die Faktoren Rohasche-, Rohfaser- und Rohproteingehalt sowie das Herkunftsland einen hoch signifikanten Einfluss auf die Höhe des Calciumgehaltes ausübten. Das Trocknungsverfahren hat mit einem P-Wert von 0,0057 einen hoch signifikanten Einfluss auf den Ca-Gehalt. Keinen Effekt auf die Höhe des Ca-Gehaltes bewirken die Faktoren Aufwuchs und Rohproteingehalt.

Bei Zunahme des Aschegehaltes um 1 g steigt der Ca-Gehalt im Raufutter um 0,017 g/kg TM. In der Praxis hat dieser Umstand erst Auswirkungen, wenn Calcium durch Abbröckelung von wertvoller Blattmasse verloren geht, was insbesondere bei kleereichen Partien passieren kann. Bei Anstieg der Rohfaser um 1 g sinkt der Ca-Gehalt um 0,012 g/kg TM, d.h. dass der Ca-Gehalt vom Nutzungszeitpunkt des Grünlandfutters abhängt. Die Konsequenz dieser Aussage ist sehr schlüssig, weil sich mit zunehmendem Alter des Grünlandfutters der Stängelanteil erhöht und der mineralstoffreiche Blattanteil und damit der Ca-Gehalt reduziert wird.

Mit einem P-Wert von 0,0073 (*Tabelle 8*) ist der Einfluss des Bundeslandes auf den Ca-Gehalt als hoch signifikant zu betrachten. Den Ergebnissen des multiplen Mittelwertvergleiches zufolge liegt bei warmbelüftetem Raufutter der Ca-Gehalt niedriger als bei Heu von Bodentrocknung oder Kaltbelüftung.

4.2.2.2 Phosphor (P)

Die Höhe des Phosphorgehaltes im Grundfutter hängt laut RESCH et al. (2009) stark mit dem Grünlandmanagement und hier vor allem mit der Phosphordüngung und mit der Grünlandnutzung zusammen. Das optimale Ca:P-Verhältnis der Gesamtration liegt für Milchkühe bei 1,5:1 bis 2:1. Die GfE (2001) gibt den Bedarf Calcium- und Phosphorbedarf von Wiederkäuern mit 4-7 g Ca/kg TM sowie 2,5-5 g P/kg TM in Abhängigkeit der Milchleistung an. In der *Tabelle 10* konnte festgestellt werden, dass es innerhalb der Faktoren Aufwuchs und Trocknungsverfahren zu Differenzen kommt.

Tabelle 10: Phosphorgehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Phosphor [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	2,2	2,9	3,3	2,5	22	20	2	44	0,6	0,7	0,4	0,7
Kaltbelüftung	2,3	2,8	3,8	2,5	29	16	1	46	0,6	0,8	.	0,8
Warmbelüftung	2,7	3,5	3,9	3,1	21	13	4	38	0,4	0,6	0,5	0,7
Insgesamt	2,4	3,0	3,7	2,7	72	49	7	128	0,6	0,8	0,5	0,8

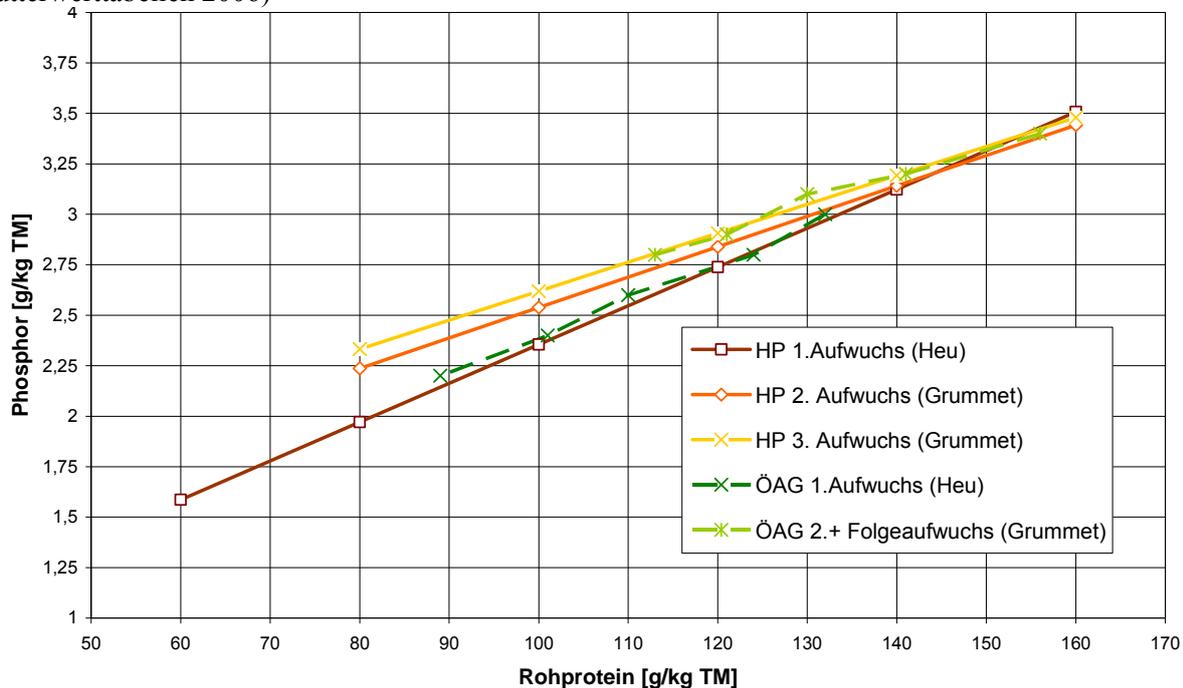
Minimum 1,1 g/kg TM, Maximum 4,8 g/kg TM

In der Datenauswertung des Phosphorgehaltes von Heu und Grummetproben mittels mehrfaktorieller GLM-Prozedur (*Tabelle 8*) zeigte sich, dass der Rohproteingehalt, das Trocknungsverfahren und das Herkunftsland einen hoch signifikanten Einfluss ausübten.

Die GLM-Statistik in *Tabelle 8* wirft für den Parameter Rohproteingehalt einen P-Wert von 0,0091 aus, d.h. dass der Zusammenhang zwischen Rohprotein- und P-Gehalt hoch signifikant ist. Im Gesamtmodell wirkt sich die Zunahme von 1 g XP auf den P-Gehalt so aus, dass dieser um 0,014 g/kg TM ansteigt (Rohproteineffekt). In der *Abbildung 7* wird dieser Rohproteineffekt in Abhängigkeit des Aufwuchses differenziert und auch mit den Daten aus den ÖAG-Futterwerttabellen (RESCH et al. 2006) verglichen.

Der Vergleich der Verläufe aus den Heuprojektstudien und der ÖAG-Futterwerttabelle ergibt eine sehr gute Übereinstimmung (*Abbildung 7*), womit eine gute Vergleichbarkeit der Stichproben gewährleistet ist. Bei sehr geringen Rohproteingehalten tritt ein Unterschied im P-Gehalt in Abhängigkeit vom Aufwuchs auf. Je mehr der Rohprotein-Gehalt ansteigt, umso geringer wird die Differenz zwischen den Aufwüchsen, bis schließlich ab 140 g XP/kg TM die P-Verläufe identisch sind.

Abbildung 7: Einfluss des Rohproteininhaltes auf den Phosphorgehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: HP= Heuprojekt 2007; ÖAG= ÖAG-Futterwerttabellen 2006)



Bei bodentrocknetem Heu sind die geringsten P-Gehalte zu erwarten. Mit Hilfe der Kaltbelüftung ist bereits eine signifikante Steigerung von 2,46 g auf 2,61 g P/kg TM möglich. Durch die Warmbelüftung kann nochmals eine hoch signifikante Verbesserung des P-Gehaltes erzielt werden. Die Differenz zwischen Bodentrocknung und Warmbelüftung (gilt unter Konstanthaltung von XF, XP und XA) machte bereits 0,41 g P/kg TM aus.

Aufgrund des P-Wertes von 0,0026 in der *Tabelle 8* ist der Einfluss des Herkunftslandes auf den P-Gehalt im Raufutter hoch signifikant. Die Betrachtung des multiplen Mittelwertvergleiches zeigt, dass diese Signifikanz vor allem durch die sehr niedrigen P-Gehalte im Land Niederösterreich verursacht wurde. Die übrigen Länder unterscheiden sich untereinander nicht signifikant, weil sie zur gleichen homogenen Gruppe gehören. Die höchsten P-Gehalte im Raufutter wurden im Land Oberösterreich mit durchschnittlich 2,97 g/kg TM erzielt. Zwischen dem 1. und dem 2. Aufwuchs ergab sich mit einer P-Differenz von 0,21 g/kg TM ein hoch signifikanter Unterschied.

4.2.1.5.1 Schnitthöhe

Mit dem linearen Modell konnte ein signifikanter Einfluss (P-Wert = 0,0418) der Schnitthöhe auf den Phosphorgehalt von Raufutter festgestellt werden. Die Differenz zwischen der Gruppe Mahd unter 5 cm und jener über 7 cm Schnitthöhe machte immerhin 0,5 g Phosphor/kg TM zu ungunsten der tief geschnittenen Gruppe aus.

4.2.2.3 Magnesium (Mg)

Magnesium kommt im Blattgrün der Pflanzen als Zentralatom des Chlorophylls vor. Für Tiere ist Magnesium ein essentieller Mineralstoff, der nur über das Wasser oder Futtermitteln aufgenommen werden kann. Magnesiummangel führt zu Ruhelosigkeit und Nervosität bis hin zu starken Muskelkrämpfen (Weidetetanie). Die Untersuchungsergebnisse in *Tabelle 11* zeigen, dass Raufutter im Durchschnitt rund 2,6 g Mg/kg TM enthält, wobei die Gehalte in Abhängigkeit vom Aufwuchs von 1,9 bis 3,2 g/kg TM differenzieren.

Die mehrfaktorielle GLM-Statistik ergibt für den Parameter Mg-Gehalt insgesamt zwei hoch signifikante und einen signifikanten Faktor. Den stärksten Einfluss übt das Herkunftsland (P-Wert = 0,0098) aus. Die übrigen Faktoren von *Tabelle 8* haben hinsichtlich Magnesium keinen signifikanten Effekt im Raufutter.

Tabelle 11: Magnesiumgehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Magnesium [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	2,1	3,2	2,8	2,6	22	20	2	44	0,5	0,8	0,8	0,8
Kaltbelüftung	2,3	3,2	3,1	2,6	29	16	1	46	0,5	0,6	.	0,7
Warmbelüftung	1,9	2,9	3,0	2,4	21	13	4	38	0,3	0,8	0,6	0,7
Insgesamt	2,1	3,1	3,0	2,6	72	49	7	128	0,5	0,7	0,6	0,8

Minimum 1,3 g/kg TM, Maximum 4,7 g/kg TM

Unter Konstanz von Rohprotein- und Rohaschegehalt sowie der Seehöhe sinkt der Mg-Gehalt um 0,0063 g/kg TM ab, wenn der Rohfasergehalt um 1 g zunimmt. Das Magnesium befindet sich hauptsächlich in den chlorophyllhaltigen Blättern, deswegen nimmt der Mg-Gehalt mit Anstieg des Stängelanteiles ab. Nach RESCH et al. (2009) hat das Ausgangsgestein einen hoch signifikanten Einfluss auf den Magnesiumgehalt von Grünlandfutter in der Weise, dass Futter auf Kalkgestein höhere Mg-Gehalte aufweist als Futter von kristallinen Herkünften. Im Heuprojekt traten die niedrigsten Mg-Gehalte in den Bundesländern Salzburg (vorwiegend Flachgau) und Oberösterreich mit ~ 2 g/kg TM auf. Die höchsten Mg-Gehalte fanden sich im Bundesland Tirol und Niederösterreich sowie in Südtirol.

Nach *Tabelle 8* hat das Trocknungsverfahren mit einem P-Wert von 0,0903 einen tendenziellen Einfluss auf den Mg-Gehalt von Raufutter. Im multiplen Mittelwertvergleich war zu erkennen, dass das Trocknungsverfahren Warmbelüftung geringere Mg-Gehalte aufwies als bodengetrocknetes Raufutter.

4.2.2.4 Kalium (K)

Hinsichtlich Bedarfsdeckung der Milchkuh ist Kalium in den Grünlandpflanzen ausreichend vorhanden. Wenn die K-Gehalte in der Milchkuration über 30 g/kg TM liegen kann es zu K-Überschüssen kommen, die sich in Form von Durchfall und einer Behinderung der Mg-Resorption auswirken. Die deskriptive Datenauswertung in *Tabelle 12* zeigt, dass Raufutter im Durchschnitt 21,5 g K/kg TM enthält, sowohl der Aufwuchs, als auch das Trocknungsverfahren haben einen Einfluss auf den K-Gehalt von Raufutter.

Tabelle 12: Kaliumgehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Kalium [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	19,6	23,7	26,6	21,8	22	20	2	44	4,7	5,4	0,8	5,4
Kaltbelüftung	22,0	23,8	35,7	22,9	29	16	1	46	5,1	4,0	.	5,1
Warmbelüftung	24,8	26,9	28,2	25,9	21	13	4	38	4,1	6,9	6,4	5,4
Insgesamt	22,1	24,6	28,8	23,4	72	49	7	128	5,1	5,5	5,5	5,5

Minimum 12,2 g/kg TM, Maximum 35,8 g/kg TM

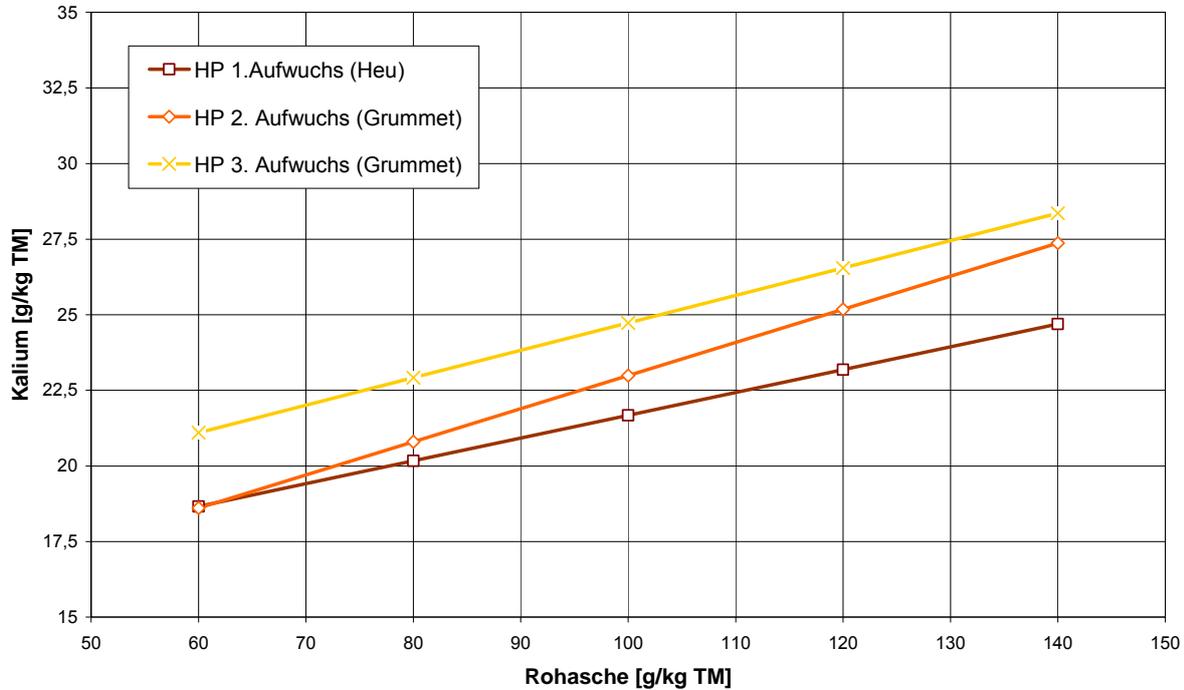
Mit dem mehrfaktoriellen linearen Modell (*Tabelle 8*) können 52,5 % (R^2) der Datenvarianz des K-Gehaltes erklärt werden. Den größten Einfluss auf den K-Gehalt ruft der Rohaschegehalt hervor, gefolgt vom Rohprotein, ein signifikanter Parameter ist die Höhenlage.

Im GLM-Modell (*Tabelle 8*) wird der Einfluss des Rohasche- auf den K-Gehalt mit einem P-Wert von 0,0001 ausgedrückt. Bei Anstieg der Rohasche um 1 g nahm der K-Gehalt im Raufutter um 0,086 g/kg TM zu. Die *Abbildung 8* wurde auf Basis einer simplen Regression erstellt und zeigt die Verläufe des K-Gehaltes in Abhängigkeit vom Rohaschegehalt.

Die Zunahme des Rohproteingehaltes aufgrund eines höheren Anteils an Leguminosen oder Wiesenkräutern um 1 g erhöht den K-Gehalt des Raufutters um + 0,09 g/kg TM. Dieser Zusammenhang wird laut *Tabelle 8* mit einem hoch signifikanten P-Wert von 0,0008 ausgedrückt. Unter Gleich- bzw.

Ausschaltung der Faktoren aus *Tabelle 8* unterscheiden sich grasreiche Futterbestände im K-Gehalt hoch signifikant von klee- und kräuterreichen Pflanzenbeständen. Diese Aussage wird durch die Auswertungen von RESCH et al. (2009) bestätigt

Abbildung 8: Einfluss des Rohaschegehaltes auf den Kaliumgehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: HP = Heuprojekt 2007)



Nach RESCH et al. (2009) und DACCORD et al. (2001) enthalten Kräuter die höchsten Kaliumgehalte. Je besser die kräuterbetonten, österreichischen Dauerwiesenbestände konserviert werden, umso mehr Blattwerk bleibt erhalten und desto höher müssten die K-Gehalte sein. Unter Konstanz der in *Tabelle 8* angeführten Einflussfaktoren sind die K-Gehalte bei Bodentrocknung signifikant geringer als bei Kalt- bzw. Warmbelüftung. Die Hypothese, dass Kalium durch den Verlust von Blattmasse beeinflusst wird, kann aufgrund der statistischen Auswertung bestätigt werden.

Unter Gleichschaltung der verwendeten Einflussfaktoren (*Tabelle 8*) übt die Seehöhenstufe einen signifikanten Einfluss (P-Wert = 0,0276) auf den K-Gehalt im Raufutter aus. Bei Zunahme der Seehöhe um 100 m, sinkt der K-Gehalt um 0,24 g/kg TM. Der Seehöheneffekt kann höchstwahrscheinlich mit einer Abnahme der Düngungsintensität bei zunehmender Seehöhe erklärt werden.

4.2.2.5 Natrium (Na)

Tabelle 13: Natriumgehalte von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Natrium [g/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	0,21	0,42	0,67	0,33	22	20	2	44	0,2	0,3	0,5	0,3
Kaltbelüftung	0,35	0,57	0,35	0,43	29	16	1	46	0,3	0,4	.	0,3
Warmbelüftung	0,31	0,71	0,41	0,46	21	13	4	38	0,2	0,7	0,4	0,5
Insgesamt	0,30	0,55	0,47	0,40	72	49	7	128	0,2	0,5	0,4	0,4

Minimum 0,06 g/kg TM, Maximum 2,27 g/kg TM

Natrium (Na) ist ein wichtiger Bestandteil von Körperflüssigkeiten und daher für die Nährstoffaufnahme und -ausscheidung bedeutend. Antagonistische Interaktionen von Ca bestehen nachweislich mit dem Kation Natrium (>1,5 g/kg TM). Insbesondere in der Trockenstehzeit wird durch eine übermäßige Aufnahme von K (verstärkt durch gleichzeitig bestehenden Na-Mangel) das Auftreten von Hypokalzämie gefördert und die Erstbesamungsergebnisse sinken signifikant. Natrium ist in den Grünlandpflanzen meistens nicht ausreichend vorhanden.

Die Datenauswertung in *Tabelle 13* zeigt, dass Raufutter im Durchschnitt 0,37 g Na/kg TM enthält. Aus den Mittelwerten der Originaldaten kann geschlossen werden, dass sowohl der Aufwuchs, als auch das Trocknungsverfahren keinen Einfluss auf den Na-Gehalt von Raufutter ausüben.

Mit einem P-Wert von 0,0152 ergibt sich ein signifikanter Einfluss der Rohfaser auf den Natriumgehalt im Raufutter. Der Regressionskoeffizient erklärt, dass bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 der Na-Gehalt um 0,0022 g/kg TM sinkt. Für die Praxis bedeutet dieses Ergebnis, dass der Na-Gehalt mit zunehmendem Alter des Pflanzenbestandes deutlich abnimmt.

Die Analyse in *Tabelle 8* ergibt für die unabhängigen Variablen Aufwuchs (P-Wert = 0,0043) einen hoch signifikanten und für den Rohproteingehalt (P-Wert = 0,0199) einen signifikanten Einfluss auf den Na-Gehalt.

4.2.3. Verdaulichkeit und Futterenergie

Die Qualität von Grundfutter wird sehr stark in Verbindung mit der Verdaulichkeit der organischen Masse und mit der Energiedichte gebracht. Je höher die OM-Verdaulichkeit eines Futtermittels ist, umso hochwertiger ist die Qualität, weil dadurch die tierische Leistung ansteigt. Die Ergebnisse der statistischen Datenanalyse über die Prozedur GLM brachten ein Bestimmtheitsmaß von 58 bis 59 % (*Tabelle 14*) und konnten signifikante Faktoren identifizieren. Die Diskussion der Resultate erfolgt in den jeweiligen Unterpunkten.

Tabelle 14: P-Werttabelle für Verdaulichkeit und Energie von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Parameter	OM-Verdaulichkeit	Nettoenergie-Laktation
	dOM [%]	NEL [MJ/kg TM]
	P-Wert	
Kategorische Faktoren		
Bundesland	0,0631	0,0623
Aufwuchs	0,0008	0,0001
Trocknungsverfahren	0,3758	0,3993
Quantitative Faktoren		
Seehöhe	0,3928	0,3480
Rohprotein	0,5567	0,4961
Rohfaser	0,0000	0,0000
Rohasche	0,0000	0,0000
R ²	59,4	58,1
R ² adjustiert	55,8	54,4
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	3,0	0,32

Signifikanzniveau bei P-Wert: hoch signifikant < 0,01; signifikant < 0,05; tendenziell < 0,1

4.2.3.1 in vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM) nach Tilley & Terry

Die nasschemische Analyse der OM-Verdaulichkeit mittels in vitro-Methode (TILLEY und TERRY 1963, RESCH 2004) ist hinsichtlich der stofflichen Umsetzung der Raufutterbiomasse für die Milchkuh von großer Bedeutung. Im Gegensatz zu Schätzverfahren wird hier mit Rinderpensensaft gearbeitet, um die Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) im Labor zu analysieren.

Die Ergebnisse in *Tabelle 15* zeigen, dass zwischen dem 1. Aufwuchs und den Folgeaufwüchsen deutliche Unterschiede bestehen, wobei der 1. Aufwuchs schlechtere Verdaulichkeiten hatte als die Folgeaufwüchse. Die Differenzen zwischen den einzelnen Trocknungsverfahren zeigten ebenfalls einen Trend. Hier schnitt die Bodentrocknung schlechter ab als die Kaltbelüftung. Die höchste OM-Verdaulichkeit wiesen Heu- bzw. Grummetproben auf, wenn sie durch Warmbelüftung konserviert wurden.

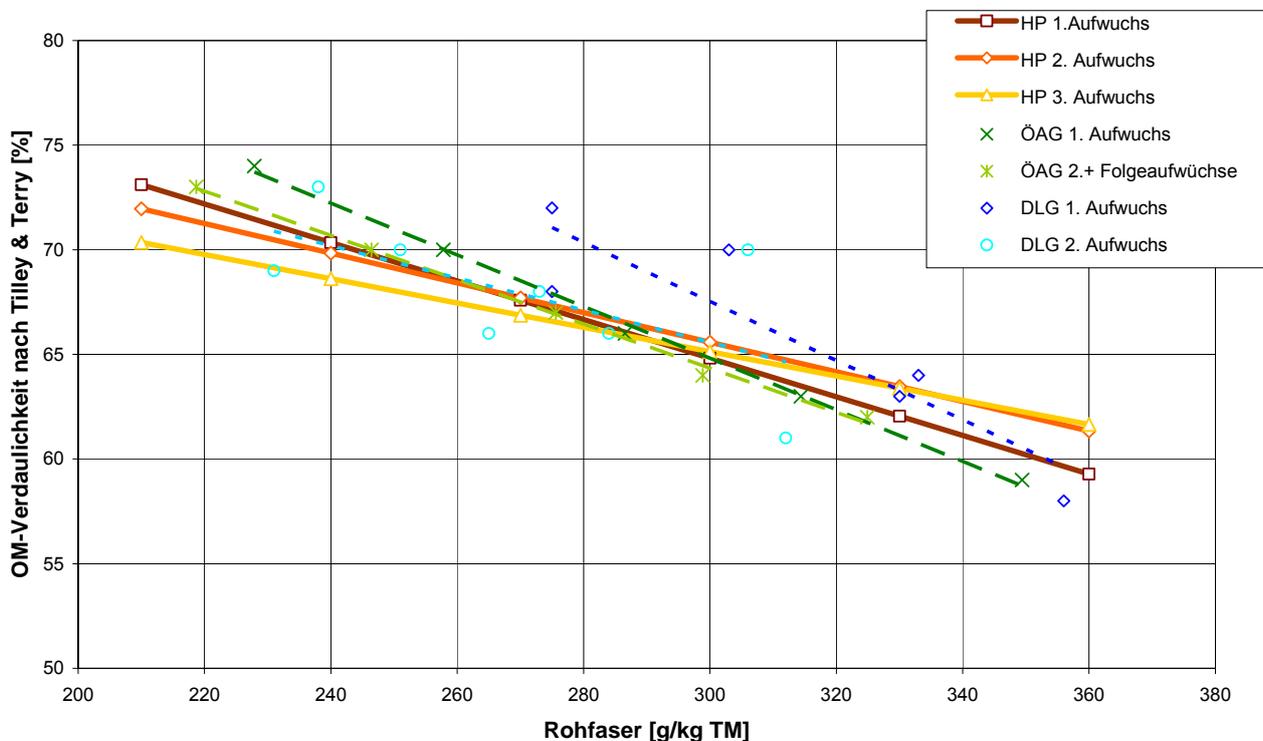
Tabelle 15: OM-Verdaulichkeit (nach TILLEY & TERRY 1963) von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	OM-Verdaulichkeit [%]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	61,2	68,8	68,3	65,0	32	27	5	64	5,3	3,9	6,0	6,1
Kaltbelüftung	66,1	69,7	70,1	67,6	38	26	2	66	5,6	4,2	0,5	5,3
Warmbelüftung	68,5	71,7	69,4	69,8	29	21	8	58	5,7	3,2	3,6	4,8
Insgesamt	65,2	70,0	69,1	67,4	99	74	15	188	6,2	4,0	4,1	5,7

Minimum 49,4 g/kg TM, Maximum 78,4 g/kg TM

Für die statistische Modellierung ist die Verwendung der Variable Rohfaser zulässig, weil die Bestimmung der OM-Verdaulichkeit nicht auf der Rohfaser basiert. Unter Verwendung von 7 relevanten, unabhängigen Variablen konnte im GLM-Modell (*Tabelle 14*) bei 3 Variablen ein hoch signifikanter Einfluss auf die OM-Verdaulichkeit festgestellt werden. Die Variable Bundesland hatte einen tendenziellen Effekt (P-Wert = 0,0631), das Trocknungsverfahren und die Seehöhe übten keinen Einfluss auf die OM-Verdaulichkeit aus. Insgesamt konnten 59 % der Datenvarianz (R²) mit dem GLM-Modell erklärt werden.

Abbildung 9: Einfluss des Rohfasergehaltes auf die OM-Verdaulichkeit von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: HP = Heuprojekt 2007)



Unter Konstanz der in *Tabelle 14* verwendeten unabhängigen Variablen konnte festgestellt werden, dass der Rohfasergehalt einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert = 0,0000) auf die OM-Verdaulichkeit von Raufutter aufwies. Bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 g, sank die OM-Verdaulichkeit um 0,092 %

(Rohfasereffekt). Der Vergleich der Beziehung zwischen OM-Verdaulichkeit und Rohfasergehalt mit jenen aus der ÖAG-Futterwerttabelle bzw. der DLG-Futterwerttabelle (*Abbildung 9*) zeigt, dass die Verlaufskurven im Heuprojekt beim 1. Aufwuchs flacher sind, bei den Folgeaufwüchsen stimmen die Kurven etwas besser überein. Bei gleichem Rohfasergehalt war organische Masse des 1. Aufwuchses aus den DLG-Futterwerttabellen um 2 bis knapp 4 % besser verdaulich als in Österreich, in den Folgeaufwüchsen gibt es keinen Unterschied. Die flacheren Kurvenverläufe in den Folgeaufwüchsen bestätigen die höhere Nutzungsdynamik gegenüber dem 1. Aufwuchs, d.h. dass sich die Futterqualität in den Folgeaufwüchsen weniger schnell verschlechterte als im 1. Aufwuchs.

Mit Zunahme des Rohaschegehaltes um 1 g sinkt die OM-Verdaulichkeit im Raufutter um 0,043 %. Bei einem P-Wert von 0,0000 ergibt das einen hoch signifikanten Einfluss auf die OM-Verdaulichkeit, wenn die übrigen Einflussfaktoren von *Tabelle 14* gleich- bzw. ausgeschaltet werden. Der multiple Mittelwertvergleich ergab für die Variable Herkunftsland einen tendenziellen Einfluss (P-Wert = 0,0631). Demnach hatte das Bundesland Tirol, unter Konstanz bzw. Ausschaltung der eingesetzten Variablen, tendenziell bessere OM-Verdaulichkeiten als die Bundesländer Salzburg, Niederösterreich, Südtirol und Oberösterreich. Die besten mittleren OM-Verdaulichkeiten wurden im Bundesland Vorarlberg mit 67,6 % gemessen, allerdings ergab sich wegen der hohen Standardabweichung kein signifikanter Unterschied zu den anderen Bundesländern.

Wenn im GLM-Modell der *Tabelle 14* die Faktoren aus- bzw. gleichgeschaltet wurden und der Focus auf den Aufwuchs gerichtet wurde, so zeigte der Aufwuchs mit einem P-Wert von 0,0008 einen hoch signifikanten Einfluss auf die OM-Verdaulichkeit. Unter Konstanz der eingesetzten Faktoren lag der 2. Aufwuchs (dOM 66,0 %) in der OM-Verdaulichkeit um 3,2 % höher als der 1. Aufwuchs (dOM 69,2 %).

Den Ergebnissen aus *Tabelle 14* zufolge hatte das Trocknungsverfahren mit einem P-Wert von 0,3758 nur einen zufälligen Einfluss auf die OM-Verdaulichkeit von Raufutter, unter der Voraussetzung, dass die verwendeten unabhängigen Variablen ausgeschaltet bzw. konstant gehalten wurden. Die Mittelwerte der Trocknungsverfahren wichen bei konstanten Regressionsvariablen nur 0,5 % voneinander ab.

4.2.3.2 Nettoenergie-Laktation (NEL) – Basis DLG-Futterwerttabelle 1997, Berechnung über Beziehung OM-Verdaulichkeit und NEL-Konzentration

Die energetische Bewertung von Futtermitteln für Milchkühe wird in Österreich über das NEL-System durchgeführt. Die NEL-Konzentration von Grundfuttermitteln ist daher für die bedarfsgerechte, aber auch für eine leistungsorientierte Milchviehfütterung von entscheidender Bedeutung. Aus pflanzenbaulicher Sicht ist der Energieertrag eines Futterbestandes ein wichtiges Maß für den wirtschaftlichen Erfolg eines Betriebes. Ein modernes Grünlandmanagement zielt durch gute landwirtschaftliche Praxis (Düngung, Nutzungsintensität, Grünlanderneuerung etc.) auf einen optimalen Energieertrag, der standortsangepasst sein soll.

Tabelle 16: Nettoenergie-Laktation (Basis Regression aus OM-Verdaulichkeit nach Tilley und Terry und den DLG-Futterwerttabellen) von Raufutter in Abhängigkeit des Aufwuchses und der Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Nettoenergie-Laktation [MJ/kg TM]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	4,94	5,69	5,59	5,31	32	27	5	64	0,6	0,4	0,6	0,7
Kaltbelüftung	5,42	5,75	5,55	5,55	38	26	2	66	0,6	0,5	0,1	0,6
Warmbelüftung	5,68	5,94	5,60	5,77	29	21	8	58	0,6	0,4	0,3	0,5
Insgesamt	5,34	5,78	5,59	5,53	99	74	15	188	0,7	0,4	0,4	0,6

Minimum 3,6 MJ, Maximum 6,8 MJ

Die deskriptive Statistik in *Tabelle 16* dokumentiert, dass es Unterschiede in der Energiekonzentration zwischen den einzelnen Trocknungsverfahren gab, wobei die Bodentrocknung am schlechtesten und die Warmbelüftung am besten abschnitt. Es zeigte sich, dass der 1. Aufwuchs um rund 0,4 MJ/kg TM weniger Nettoenergie aufwies als die Folgeaufwüchse. Mit durchschnittlichen 5,06 MJ lag der 1. Aufwuchs auf einem niedrigen Energieniveau, die Folgeaufwüchse bewegen sich im Mittelfeld.

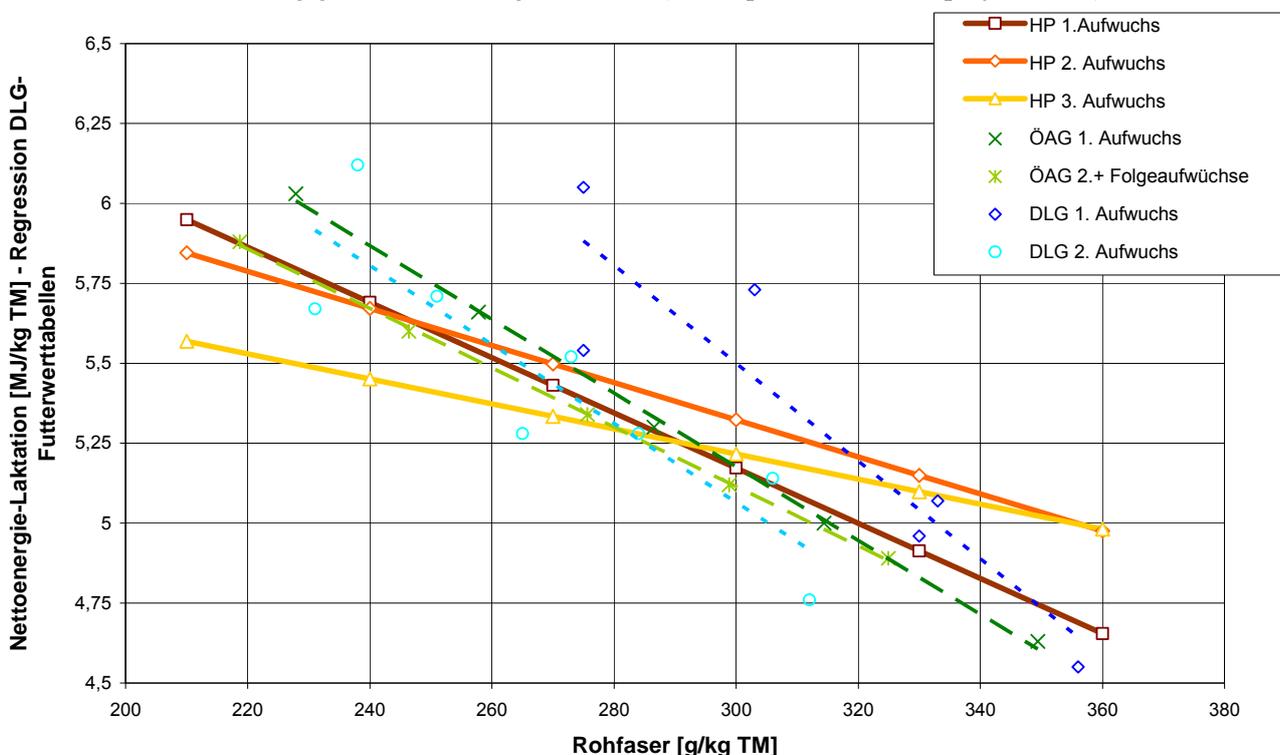
Die mehrfaktorielle Datenanalyse über eine GLM-Prozedur konnte unter Konstanthaltung der Regressionsvariablen und Ausschaltung der kategorischen Variablen insgesamt 58,1 % (R^2) der Datenvarianz erklären (Tabelle 14). Von 7 relevanten und unabhängigen Variablen zeigten 3 Faktoren hoch signifikante Auswirkungen auf die Nettoenergie-Laktation.

Unter Konstanz von Rohfaser, Rohprotein und Seehöhe übte der Rohaschegehalt (P-Wert 0,0000) einen hoch signifikanten Einfluss auf die NEL-Konzentration aus. Auf praktische Verhältnisse umgemünzt, konnte festgestellt werden, dass die Energiedichte um 0,12 MJ NEL/kg TM abnimmt, wenn der Rohaschegehalt um 1 % ansteigt. Erdige Verunreinigung führte theoretisch bei Raufutter zu gleich hohen Energieverlusten wie in Silagen. In der Praxis können die Rinder jedoch einen Großteil der erdigen Verschmutzung selektieren, womit die Einbußen auf ein erträgliches Maß reduziert werden.

Der Rohfasergehalt (P-Wert 0,0000) hatte einen hoch signifikanten Einfluss auf die NEL-Energiedichte im Raufutter. Stieg der Rohfasergehalt um 1 g, sank gleichzeitig die NEL um 0,0069 MJ/kg TM. Die Abnahme der Energiekonzentration war in den einzelnen Grünlandaufwüchsen unterschiedlich ausgeprägt (Abbildung 10). Der 1. Aufwuchs verlor bei Zunahme der Rohfaser mehr Energie (Regressionskoeffizient = -0,011 MJ/kg TM) als vergleichsweise die Folgeaufwüchse (Regressionskoeffizient = -0,0033 MJ/kg TM). Die Folgeaufwüchse waren im Hinblick auf den Nutzungszeitpunkt elastischer als der 1. Aufwuchs.

Ein Vergleich zwischen den Daten aus der ÖAG-Futterwerttabelle (RESCH et al. 2006) zeigte deutliche Unterschiede in den Verlaufskurven (Abbildung 10). Der NEL-Verlauf des 1. Aufwuchses war fast deckungsgleich mit den Folgeaufwüchsen der ÖAG-Tabelle, während der 1. Aufwuchs der ÖAG-Futterwerttabelle eine steile Dynamik aufwies. Die NEL-Verläufe in den DLG-Futterwerttabellen unterschieden sich gegenüber den Daten aus dem Heuprojekt noch massiver, weil die Differenzen und die Steilheit der Kurven ausgeprägter auftraten. Der 1. Aufwuchs war bei gleichem Rohfasergehalt nach den deutschen Werten um bis zu 0,7 MJ NEL/kg TM höher als im österreichischen Heuprojekt und der ÖAG-Futterwerttabelle.

Abbildung 10: Einfluss des Rohfasergehaltes auf die NEL-Konzentration von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs, unabhängig vom Trocknungsverfahren (Datenquelle: HP = Heuprojekt 2007)



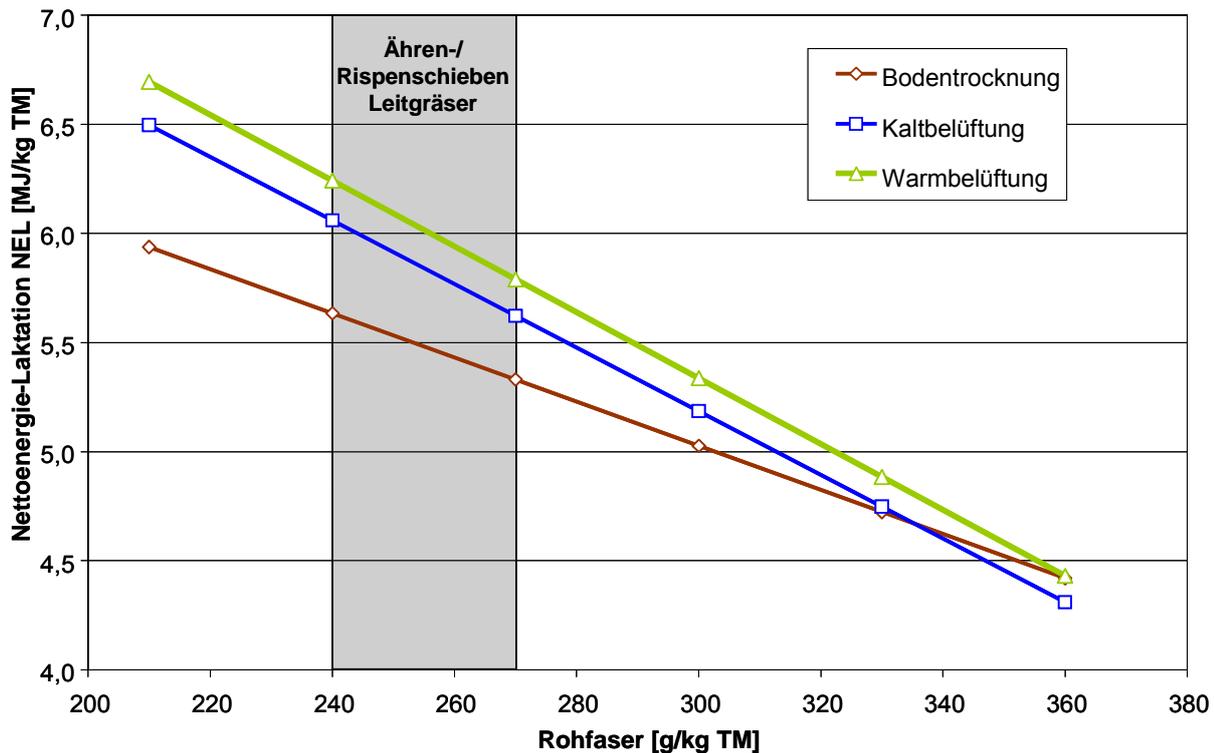
Nach Tabelle 14 wird der hoch signifikante Einfluss des Faktors Aufwuchs auf die NEL-Konzentration im Raufutter mit einem P-Wert von 0,0001 ausgedrückt. Zwischen 1. und 2. Aufwuchs trat eine Differenz von 0,4 MJ/kg TM auf.

Im GLM-Modell (*Tabelle 14*) wurde für den Faktor Herkunftsland ein P-Wert von 0,0623 ausgegeben, d.h. dass unter Konstanz der Regressionsvariablen das Bundesland einen tendenziellen Einfluss auf die NEL-Konzentration im Rauffutter ausübte. Zwischen dem niedrigsten und höchsten Mittelwert konnte eine Differenz von 0,45 MJ NEL/kg TM beobachtet werden. Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen Tirol und Salzburg, Niederösterreich, Südtirol und Oberösterreich sowie zwischen der Steiermark und Oberösterreich.

Unter Konstanz der in *Tabelle 14* eingespeisten unabhängigen Variablen hatte das Trocknungsverfahren mit einem P-Wert von 0,3993 keinen signifikanten Einfluss auf die NEL-Konzentration im Rauffutter. Diese Aussage wird durch eine sehr geringfügige Differenzierung zwischen den Verfahren Bodentrocknung, Kalt- bzw. Warmbelüftung bestätigt (RESCH 2009).

Die Wechselwirkung zwischen Trocknungsverfahren und Rohfaser hatte allerdings im Hinblick auf die NEL eine interessante Ausprägung (*Abbildung 11*). In der Tendenz konnte festgestellt werden, dass sich die einzelnen Trocknungsverfahren bei optimalen Rohfasergehalten (unter 270 g/kg TM) deutlicher differenzierten als bei Rohfasergehalten über 300 g/kg TM. Der Unterschied zwischen Bodentrocknung und Warmbelüftung war bei einem Rohfasergehalt von 250 g/kg TM immerhin 0,5 MJ NEL/kg TM zugunsten der Warmbelüftung bzw. Entfeuchtungstechnik. Für die Praxis bedeuten diese Ergebnisse eine bessere Effizienz der künstlichen Trocknungstechnik, wenn die Futterernte in einer qualitativ hochwertigen Vegetationsphase erfolgt. Wird das Futter erst in der Blüte des Bestandes genutzt, sind die Trocknungskosten meist höher als der wirtschaftliche Vorteil der Belüftung.

Abbildung 11: NEL-Konzentration von Heu (1. Aufwuchs) in Abhängigkeit vom Trocknungsverfahren und Rohfasergehalt (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



4.2.3.2.1 Mähgeräte

Mit dem erweiterten GLM-Modell von *Tabelle 14* konnte ein signifikanter Einfluss (P-Wert = 0,0019) der Mähgeräte auf die NEL-Energiedichte von Rauffutter festgestellt werden. Die Gruppe Messerbalken (inkl. Motormäher) hatte bei konstantem Rohfaser-, Rohprotein- und Rohaschegehalt und Ausschaltung des Faktors Trocknungsverfahren mit 5,26 MJ NEL/kg TM signifikant weniger Nettoenergie als die Gruppe Mähauflbereiter (5,57 MJ NEL/kg TM) bzw. Scheibenmähwerk (5,54 MJ NEL/kg TM).

4.2.5. Organoleptische Qualität (ÖAG-Sinnenprüfung)

Die Qualität von Grundfutterkonserven lässt sich recht gut, aber leider nicht optimal mit den Werten aus der chemischen Futteruntersuchung beschreiben. Qualitätsmerkmale wie Geruch, Farbe, Verschmutzung mit organischen Komponenten, Staubigkeit, Verhältnis von Blättern zu Stängeln usw. werden durch die chemische Analyse nicht berücksichtigt. Die Raufutterbewertung über die menschlichen Sinne ermöglicht eine Erweiterung der chemischen Beurteilung im Sinne einer ganzheitlichen qualitativen Betrachtung. In der GLM-Analyse konnten die Datenvarianzen der einzelnen Sensorikparameter (*Tabelle 17*) unterschiedlich gut erklärt werden (R^2), nähere Ausführungen dazu sind in den jeweiligen Unterpunkten ersichtlich.

Tabelle 17: P-Werttabelle der sensorischen Raufutterbewertung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Parameter	Geruch	Gefüge	Farbe	Verunreinigung	Punktesumme
	[-3 bis 5 Punkte]	[0 bis 7 Punkte]	[0 bis 5 Punkte]	[0 bis 3 Punkte]	[-3 bis 20 Punkte]
P-Wert					
Kategorische Faktoren					
Bundesland	0,0005	0,0026	0,0000	0,1942	0,0000
Aufwuchs	0,8817	0,0000	0,0059	0,8550	0,0273
Trocknungsverfahren	0,0401	0,9612	0,0010	0,0636	0,0204
Quantitative Faktoren					
Seehöhe	0,0519	0,5124	0,5124	0,7512	0,3809
Trockenmasse	0,9104	0,4537	0,6913	0,8265	0,6620
Rohprotein	0,021	0,2521	0,0015	0,0812	0,0032
Rohfaser	0,0010	0,0000	0,0002	0,5507	0,0000
Rohasche	0,0015	0,0084	0,0000	0,0004	0,0000
R^2	51,8	73,0	65,8	20,0	70,0
R^2 adjustiert	46,9	70,3	62,4	11,9	67,0
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	0,8	0,7	0,6	0,5	1,8

Signifikanzniveau bei P-Wert: hoch signifikant < 0,01; signifikant < 0,05; tendenziell < 0,1

4.2.5.1 Geruch

Die ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER (1999) wurde für die sensorische Bewertung des Geruchs von Heu und Grummetproben herangezogen. Es stellte sich ein leichter Einfluss des Aufwuchses auf den Geruch heraus, weil der 1. Aufwuchs um ~ 0,5 Punkte weniger aufwies als das Grummet. In der *Tabelle 18* zeigte sich ein deutlicher Effekt des Trocknungsverfahrens auf das Heuaroma, weil es im Geruch ein Gefälle von Warmbelüftung (3,4 Punkte) auf Kaltbelüftung (2,8 Punkte) und Bodentrocknung (2,5 Punkte) gab.

Tabelle 18: Geruch (ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER 1999) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

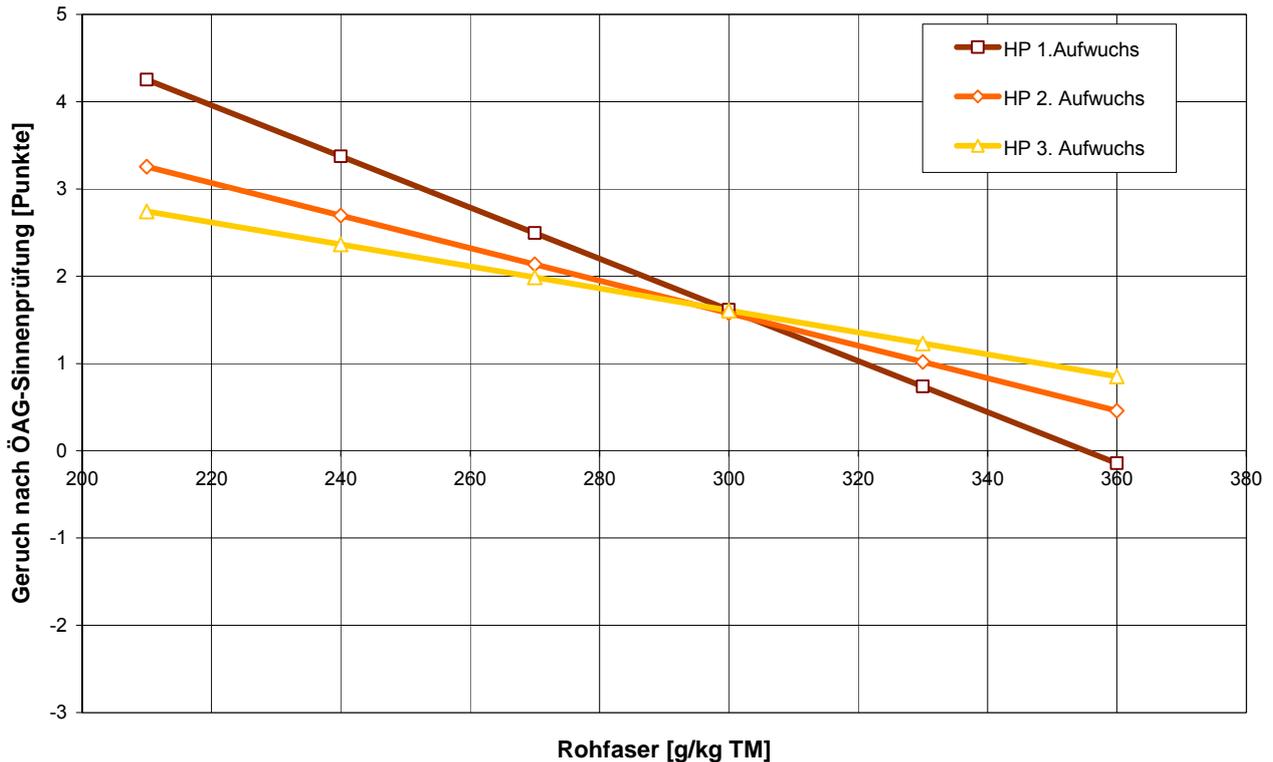
Aufwuchs	Geruch [Punkte -3 bis 5]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	1,3	2,4	2,2	1,8	30	25	5	60	1,1	1,2	1,8	1,3
Kaltbelüftung	2,9	3,0	4,5	3,0	36	25	2	63	1,5	1,2	0,7	1,4
Warmbelüftung	3,1	3,1	3,9	3,2	28	20	8	56	1,1	1,1	1,0	1,1
Insgesamt	2,5	2,8	3,4	2,7	94	70	15	179	1,5	1,2	1,5	1,4

Minimum 0 Punkte, Maximum 5 Punkte

Die mehrfaktorielle statistische Analyse der Daten ergab im linearen Modell mehrere signifikante Einflussfaktoren auf den Geruch von Raufutter. Insgesamt konnten (*Tabelle 17*) rund 52 % (R^2) der Varianz des Geruchs erklärt werden. Von den 8 unabhängigen Variablen im Modell wiesen 3 Faktoren hoch signifikante P-Werte < 0,01 auf.

Rohfaser hatte einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert 0,0001) auf den Geruch im Raufutter. Bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 g sank das Heuaroma im Durchschnitt um -0,013 Punkte, d.h. das jung geerntetes Futter eindeutig ein besseres Aroma aufwies als zu spät konserviertes Raufutter. Dieser Effekt wurde in *Abbildung 12* für die einzelnen Grünlandaufwüchse dokumentiert. Die Verläufe zeigen unterschiedliche Regressionskoeffizienten. Beim 1. Aufwuchs wirkt sich eine verzögerte Ernte in einem fast doppelt so hohen Aromaverlust aus als in den Folgeaufwüchsen.

Abbildung 12: Einfluss von Rohfasergehalt und Aufwuchs auf den Geruch (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: HP = Heuprojekt 2007)

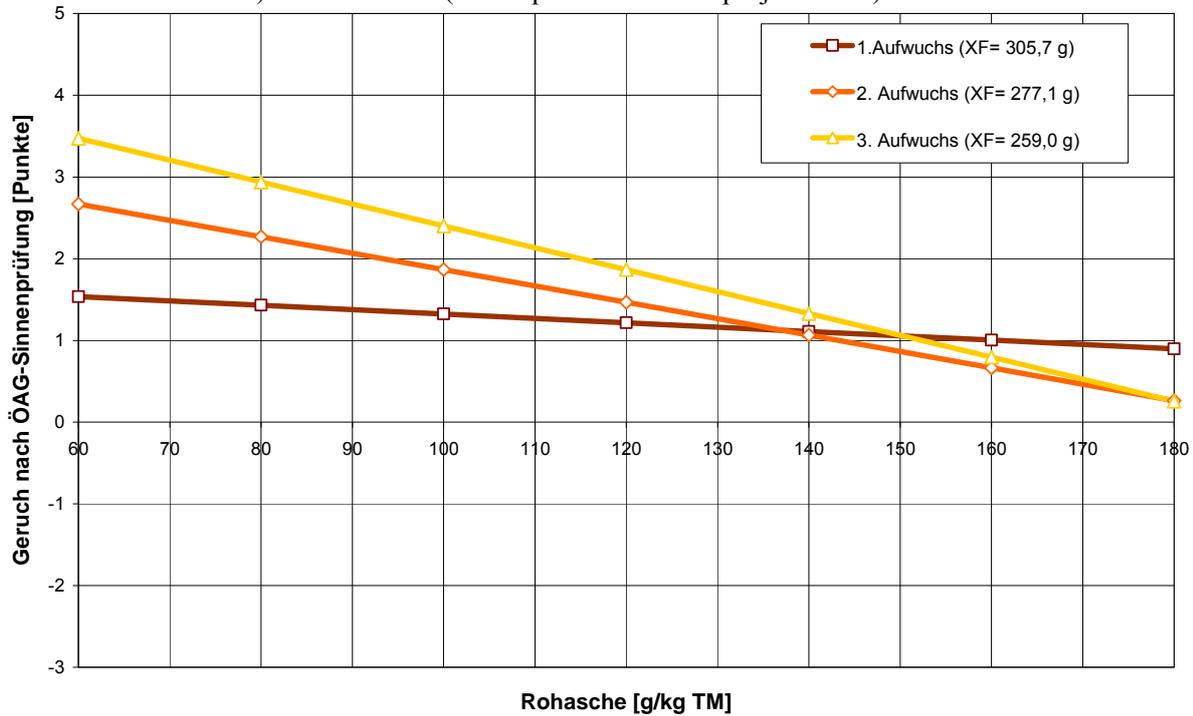


Aufgrund der statistischen Analyse (*Tabelle 17*) stellte sich heraus, dass das Herkunftsland einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert 0,0005) auf den Heugeruch ausübte. Die Heuproben aus Südtirol waren im Geruch signifikant aromaärmer als das Raufutter aus den Bundesländern Ober- und Niederösterreich, Tirol, Steiermark und Vorarlberg. Eine plausible Erklärung konnte dafür noch nicht gefunden werden.

Der P-Wert von 0,0015 zeigte in *Tabelle 17* für den Faktor Rohaschegehalt einen hoch signifikanten Einfluss auf den Geruch im Raufutter. Bei Zunahme des Rohaschegehaltes um 1 g sank das Heuaroma im Durchschnitt um -0,015 Punkte, d.h. das sauber geerntetes Futter eindeutig ein besseres Aroma aufwies als mit Erde verschmutztes Raufutter. Dieser Effekt wurde in *Abbildung 13* für die einzelnen Grünlandaufwüchse dokumentiert. Beim 3. und 2. Aufwuchs wirkt sich eine erdige Verunreinigung wesentlich stärker im Aromaverlust aus als im 1. Aufwuchs. Das Trocknungsverfahren erwies sich im linearen Modell (*Tabelle 17*) mit einem P-Wert von 0,0401 als signifikanter Einflussfaktor.

Aufgrund des P-Wertes von 0,021 (*Tabelle 17*) hatte der Rohproteingehalt einen signifikanten Einfluss auf den Heugeruch. Der Rohprotein-Effekt ist so zu verstehen, dass bei Zunahme des Proteingehaltes um 1 g der Geruch um + 0,0088 Punkte verbessert wurde. Für die Praxis bedeutet dieser Effekt, dass unter gleichen Rohfaserbedingungen extrem extensive Pflanzenbeständen mit sehr niedrigen Rohprotein-Gehalten weniger aromatisch riechen als Heu von einem proteinreichen Klee- bzw. Kräuterbestand.

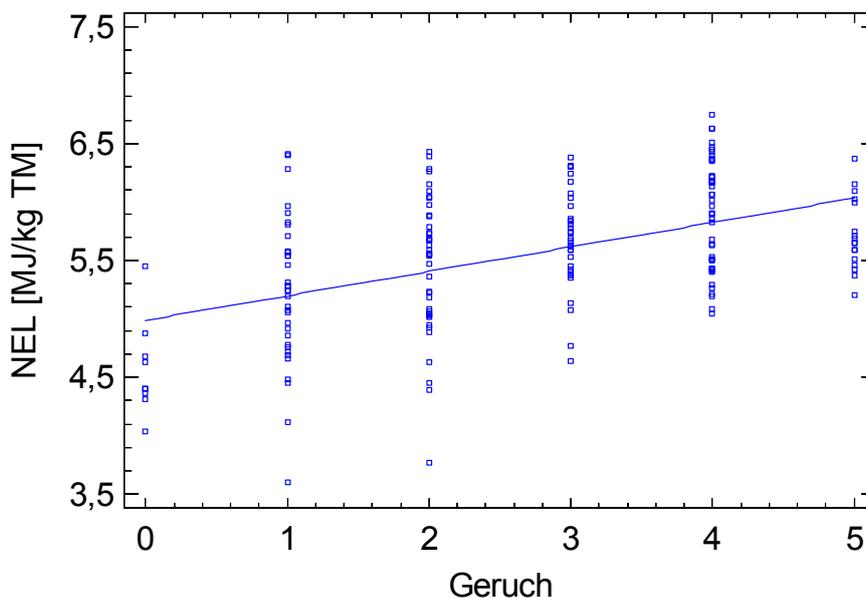
Abbildung 13: Einfluss von Rohaschegehalt und Aufwuchs auf den Geruch (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: HP= Heuprojekt 2007)



Zusammenhang zwischen Geruch (nach ÖAG-Sinnenprüfung) und Nettoenergie-Laktation (NEL) von Raufutter

Die Beziehung Geruch und Energiedichte wurde mit einer simplen linearen Regression analysiert (Abbildung 14). Der Geruch steht in einer hoch signifikanten Beziehung mit der NEL-Konzentration (P-Wert < 0,01). Die Datenstreuung konnte jedoch nur mit 23 % (R²) erklärt werden, der Korrelationskoeffizient von 0,49 bedeutet eine relativ schwache Abhängigkeit zwischen den Variablen.

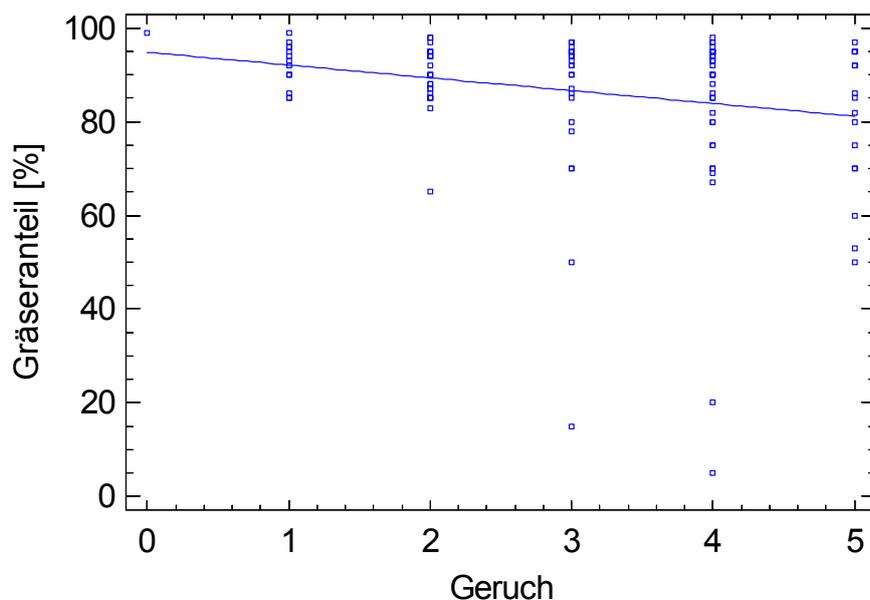
Abbildung 14: Beziehung Geruch (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) und NEL-Konzentration von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Zusammenhang zwischen Geruch (nach ÖAG-Sinnenprüfung) und Gräseranteil von Raufutter

Die Regressionsanalyse der Beziehung Geruch und Gräseranteil (Abbildung 15) ergab, dass der Gräseranteil einen signifikanten Einfluss (P-Wert < 0,0128) auf den Geruch von Raufutter ausübte. Das adjustierte R² betrug dabei allerdings nur 4 %.

Abbildung 15: Einfluss des Gräseranteiles auf den Geruch (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



3.2.5.2 Farbe

Die visuelle Beurteilung der Raufutterfarbe ist sehr aussagekräftig, weil je mehr frisches Grün im Futter konserviert wurde, desto optimaler ist die Heubereitung vom Feld bis zum stabilen Raufutter von statten gegangen. Farbliche Veränderungen, welche zu einem Verblässen der Grüntöne führen, können vielfältige Ursachen haben. Sei es ein zu später Nutzungszeitpunkt, ein Regenschauer am Feld, Einfuhr mit zu geringer Trockenmasse oder Fermentation am Heustock, um nur einige Beispiele anzuführen. Somit können von der Farbe wichtige Aussagen über Fehlerquellen abgeleitet werden, welche die Qualität von Raufutter maßgeblich beeinflussen.

Die Ergebnisse der Farbbonitierung von Heu und Grummet zeigten (Tabelle 19), dass innerhalb der Aufwüchse der 1. Aufwuchs (3,4 Punkte) um rund 1 Punkt schlechter abschnitt als die Folgeaufwüchse (4,2 bis 4,3 Punkte).

Tabelle 19: Farbe (ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER 1999) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs, Art der Heutrocknung und Herkunft (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Farbe [Punkte 0 bis 5]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	2,3	3,8	3,2	3,0	30	25	5	60	1,1	0,8	1,9	1,3
Kaltbelüftung	3,8	4,3	4,5	4,0	36	25	2	63	1,3	0,9	0,7	1,2
Warmbelüftung	4,2	4,7	4,9	4,5	28	20	8	56	1,1	0,5	0,4	0,9
Insgesamt	3,4	4,2	4,3	3,8	94	70	15	179	1,4	0,8	1,3	1,3

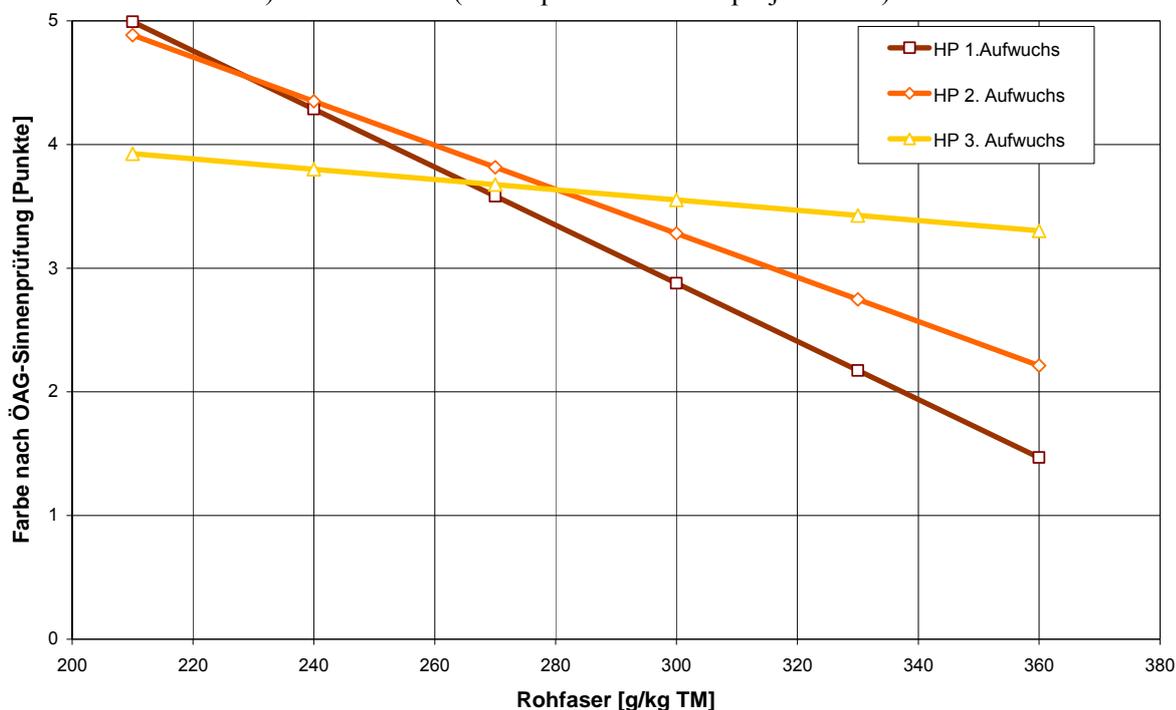
Minimum 0 Punkte, Maximum 5 Punkte

Die größten Differenzen ergaben sich durch unterschiedliche Trocknungsverfahren. Die Bodentrocknung erreichte 3,0 Punkte, bei Kaltbelüftung konnte die Farbe mit 4,0 Punkten schon sichtbar gesteigert werden und mit Warmbelüftung wurde gar eine Steigerung auf 4,5 Punkte erreicht.

Die mehrfaktorielle Datenanalyse über eine GLM-Prozedur (Tabelle 17) konnte insgesamt ~54 % (R^2) der Datenvarianz unter Einbeziehung von 8 Faktoren erklären. Von den unabhängigen Faktoren hatten insgesamt 6 Variablen einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert < 0,01) auf die Farbe von Raufutter. Die Seehöhe (P-Wert = 0,5124) und der TM-Gehalt (P-Wert = 0,6913) hatten keinen Einfluss auf die Raufutterfarbe.

Bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 g sank die Farbpunktezahl im Durchschnitt um -0,012 Punkte. Junges Futter hatte unabhängig von den eingespeisten Faktoren eine bessere Farbe als zu spät konserviertes Raufutter. Dieser hoch signifikante Effekt wurde in *Abbildung 16* für die einzelnen Grünlandaufwüchse dokumentiert. Der 1. Aufwuchs verlor während des Alterungsprozesses am meisten an Farbe, dicht gefolgt vom 2. Aufwuchs. Der 3. Grünlandaufwuchs zeigte im Vegetationsverlauf nur einen sehr geringen Verlust an Farbpunkten.

Abbildung 16: Einfluss von Rohfasergehalt und Aufwuchs auf die Farbe (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: HP= Heuprojekt 2007)



Bei Zunahme des Rohaschegehaltes um 1 g sank die Farbpunktezahl im Durchschnitt um -0,013 Punkte. Unter Konstanthaltung von Trockenmasse und Rohfaser hatte sauber geerntetes Futter eindeutig eine günstigere Farbe als mit Erde verschmutztes Raufutter.

Der Aufwuchs-Effekt war dergestalt, dass der 1. Aufwuchs (\bar{x} 3,0 Punkte) signifikant geringer in der Farbtintensität war als die Folgeaufwüchse, die sich untereinander nicht unterschieden. In der Regel erschien der stängelreichere 1. Aufwuchs in der Farbe blassgrün und die blattreicheren Grummetproben der Folgeaufwüchse dunkler in der Farbe.

Die Effekte zwischen Trocknungsverfahren und Farbe waren hoch signifikant (P-Wert 0,0010), am besten schnitt hierbei das Verfahren Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung mit durchschnittlich 4,5 von 5 Farbpunkten ab. Mittels Kaltbelüftung konnte die Farbe zwar signifikant besser erhalten werden als bei der Bodentrocknung, allerdings lag die Kaltbelüftung mit 4,0 Farbpunkten auch signifikant hinter der Warmbelüftung. Das Verfahren Bodentrocknung (\bar{x} 3,0 Punkte) verlor am meisten an Farbe.

Aus *Tabelle 17* ging hervor, dass das Herkunftsland einen hoch signifikanten Einfluss auf die Farbe von Raufutter ausübte (P-Wert 0,0000). Der multiple Mittelwertvergleich bestätigte diese Aussage, weil Südtirol (\bar{x} 2,1 Punkte) eine signifikant geringere Farbpunkteanzahl hatte als vergleichsweise Oberösterreich (\bar{x} 3,3 Punkte) oder die Steiermark (\bar{x} 3,7 Punkte).

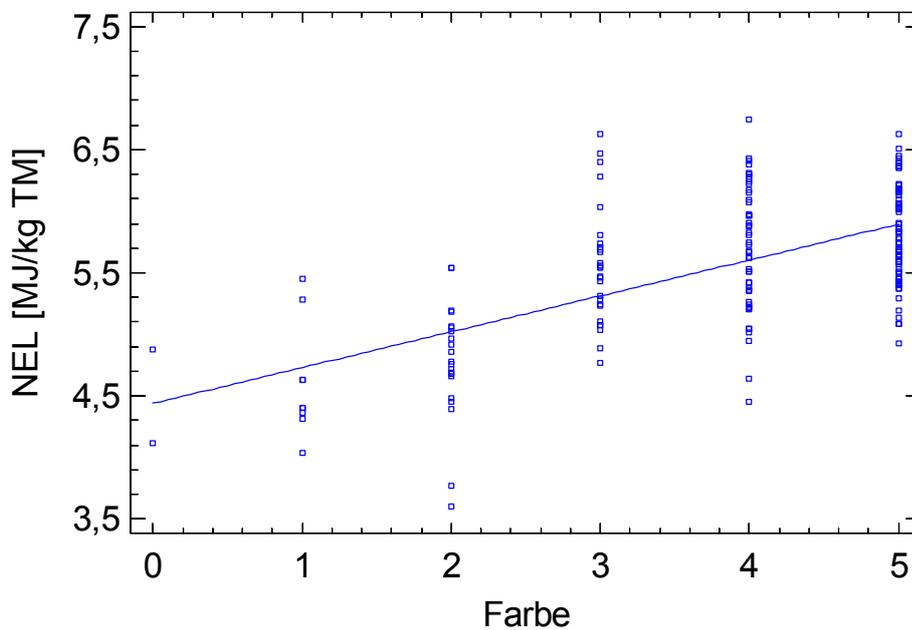
Der Faktor Rohproteingehalt wies ebenfalls einen hoch signifikanten Effekt hinsichtlich Farbe von Heu und Grummet auf. Bei Zunahme von 1 g Rohprotein ergab sich beim Raufutter eine positive Steigerung der

Farbpunkte um + 0,0088. Für die Praxis bedeutet dieser Rohprotein-Effekt, dass unter Konstanzhaltung des Rohfasergehaltes, extensives Futter mit geringen Rohprotein-Gehalten eine ungünstigere Farbe aufweist als vergleichsweise ein Klee- oder Kräuterbestand mit hohen Proteingehalten.

Zusammenhang zwischen Farbbonitur (nach ÖAG-Sinnenprüfung) und Nettoenergie-Laktation (NEL) von Raufutter

Eine simple lineare Regression sollte klären wie die Beziehung zwischen der Heufarbe und der Energiedichte aussieht (Abbildung 17). Es konnte festgestellt werden, dass die Farbe einen hoch signifikante Beziehung mit der NEL-Konzentration aufweist (P-Wert < 0,01). Das adjustierte R² betrug dabei 38 % und dem Korrelationskoeffizient von 0,62 wurde eine moderate Abhängigkeit der beiden Variablen bescheinigt. Der Effekt zeigte sich so, dass Raufutter mit höheren Energiedichten in der Farbbewertung besser abschnitt als zu spät genutzte, ausgebleichte Partien.

Abbildung 17: Beziehung Farbe (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) und NEL-Konzentration von Raufutter (Daten: Heuprojekt 2007)



4.2.5.3 Gefüge

Bei der ÖAG-Sinnenprüfung ist der Parameter Gefüge mit 7 möglichen Punkten stärker gewichtet als Geruch, Farbe und Verunreinigung, weil die Struktur des Raufutters (Griffprobe auf Weich- bzw. Steifheit) und der Blattanteil einen engen Zusammenhang mit der Qualität von Heu und Grummet aufweisen.

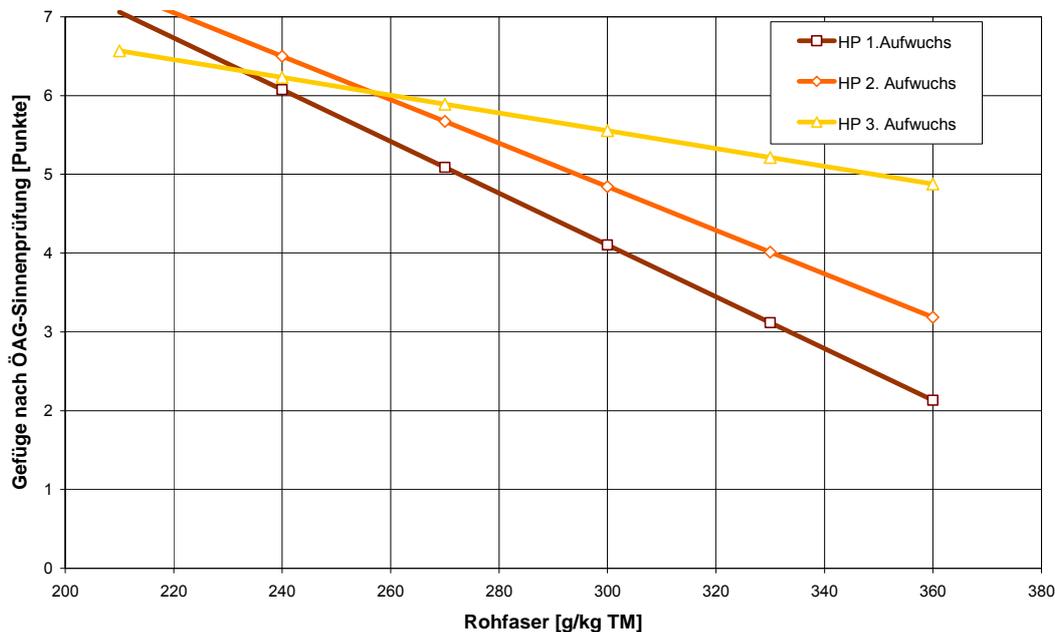
Tabelle 20: Gefüge (ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER 1999) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs, Art der Heutrocknung und Herkunft (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Gefüge [Punkte 0 bis 7]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	3,4	6,0	6,6	4,8	30	25	5	60	1,5	1,2	0,5	1,9
Kaltbelüftung	4,9	6,6	7,0	5,6	36	25	2	63	1,7	0,9	0,0	1,6
Warmbelüftung	5,5	6,6	6,8	6,1	28	20	8	56	1,7	0,6	0,5	1,4
Insgesamt	4,6	6,4	6,7	5,5	94	70	15	179	1,8	1,0	0,5	1,7

Minimum 1 Punkt, Maximum 7 Punkte

Aus der Datenzusammenstellung in *Tabelle 20* ging hervor, dass das Gefüge im 1. Aufwuchs mit $\bar{4},6$ Punkten das blattärmste Gefüge aufwies, die Folgeaufwüchse waren mit 6,4 Punkten (2. Aufwuchs) und 6,7 Punkten (3. Aufwuchs) wesentlich feiner in der Struktur. In der *Tabelle 20* stellte sich auch das Trocknungsverfahren als wichtiger Einflussfaktor heraus, weil durch die Heuproben mit künstlicher Heutrocknung eine qualitativ hochwertigere Struktur aufwiesen als das Heu aus der Bodentrocknung. Die Ergebnisse aus der linearen Modellierung in *Tabelle 17* zeigten, dass 4 von 8 unabhängigen Faktoren einen hoch signifikanten Effekt (P-Wert $< 0,01$) im Hinblick auf das Gefüge hatten. Das GLM-Modell konnte insgesamt $\sim 73\%$ der Varianz vom Gefüge erklären (R^2), wobei die stärksten Einflussgrößen Rohfasergehalt und Aufwuchs darstellten.

Abbildung 18: Einfluss von Rohfasergehalt und Aufwuchs auf das Gefüge (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: HP = Heuprojekt 2007)



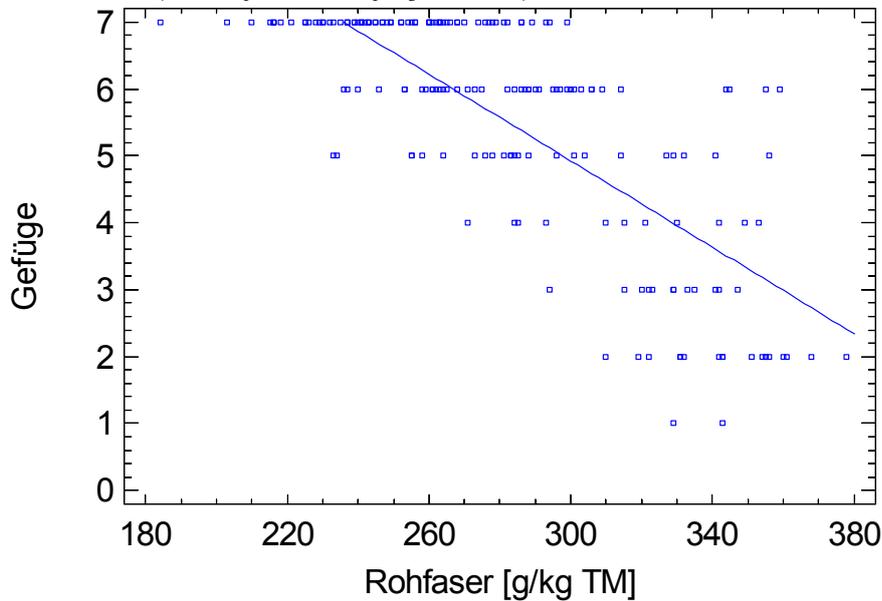
Laut *Tabelle 17* übte der Faktor Rohfaser einen hoch signifikanten Effekt (P-Wert = 0,0000) auf das Gefüge von Raufutter aus. Bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 g sank die Punktezahl für Gefüge im Durchschnitt um $-0,019$ Punkte. Junges Futter hatte unter Konstanthaltung der eingespeisten Faktoren ein besseres Gefüge als zu spät konserviertes Raufutter. Dieser Effekt wurde in *Abbildung 18* für die einzelnen Grünlandaufwüchse dokumentiert, wobei die Werte die über 7,0 Punkte reichen (in der Praxis nicht möglich) aufgrund der Linearität extrapoliert wurden. Der 1. Aufwuchs verliert während des Alterungsprozesses mehr an wertvollem Blattwerk als der 2. Aufwuchs. Der 3. Grünlandaufwuchs zeigte im Vegetationsverlauf nur einen geringen Verlust an Gefügebepunkten, d.h. dass das Grummet selbst bei höheren Rohfasergehalten eine feine Struktur aufwies. Der Effekt des Faktors Aufwuchs auf das Gefüge von Raufutter war aufgrund des P-Wertes von 0,0000 hoch signifikant (*Tabelle 17*). Der multiple Mittelwertvergleich zeigte in den Differenzen zwischen den Aufwüchsen, dass der 1. Aufwuchs bei gleichem Rohfasergehalt signifikant schlechtere Gefügebepunkte ($\bar{4},3$ Punkte) hatte als die Folgeaufwüchse ($\bar{5},2$ Punkte). Laut *Tabelle 17* hatte auch der Rohaschegehalt einen signifikanten Einfluss (P-Wert 0,0084) auf das Gefüge von Raufutter. Bei Zunahme der Rohasche um 1 g sank die Punkteanzahl um $-0,0095$ ab. Spürbar wurde dieser Effekt erst wenn es zu merklichen erdigen Verschmutzungen kam.

Zusammenhang zwischen Gefügebepunktur (nach ÖAG-Sinnenprüfung) und Rohfasergehalt von Raufutter

Das Heugefüge und der Gehalt an Rohfaser standen laut Regressionsanalyse (*Abbildung 19*) in einer hoch signifikanten Beziehung zueinander (P-Wert $< 0,01$), welche aufgrund des Korrelationskoeffizienten von $-0,77$ als moderate Abhängigkeit der beiden Variablen beschrieben werden kann. Mit einem

Bestimmtheitsmaß (adjustiertes R^2) von $\sim 59\%$ ist die Erklärung der Datenvarianz der Rohfaser mit Hilfe des Merkmals Gefüge zufriedenstellend. Die Steigerung um einen Gefügepunkt ergab eine Reduktion im Rohfasergehalt um $-0,033\text{ g/kg TM}$.

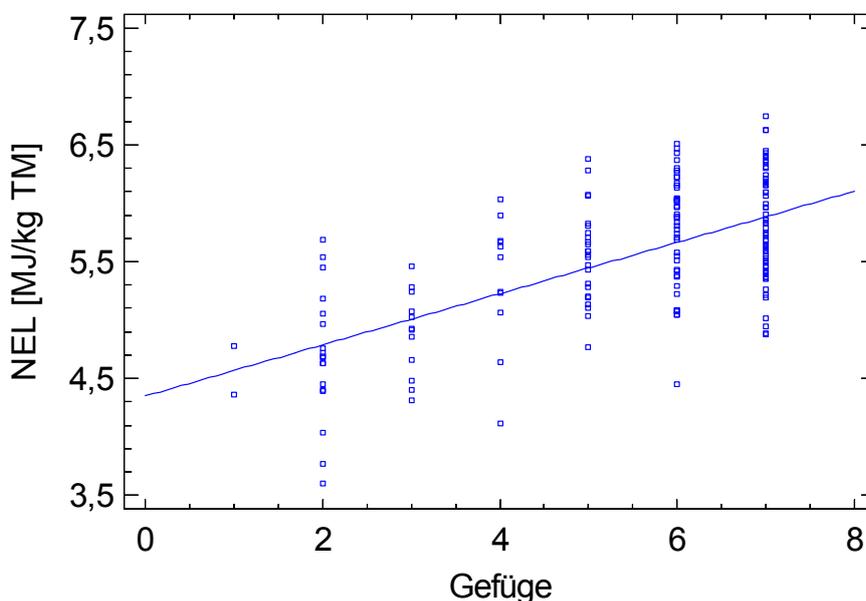
Abbildung 19: Beziehung Gefüge (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) und Rohfasergehalt von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Zusammenhang zwischen Gefügebönetur (nach ÖAG-Sinnenprüfung) und Nettoenergie-Laktation (NEL) von Raufutter

Die Beziehung Heugefüge und Energiedichte war hoch signifikant ($P\text{-Wert} < 0,01$). Mit einem Bestimmtheitsmaß (adjustiertes R^2) von 40% war die Erklärung der Datenvarianz der Energiedichte mit Hilfe des Merkmals Gefüge mäßig. Der Korrelationskoeffizient von $0,63$ ergab eine moderate Beziehung zwischen den beiden Variablen (Abbildung 20). Die Steigerung um einen Gefügepunkt ergab eine Erhöhung in der Energiedichte um $+0,22\text{ MJ NEL/kg TM}$.

Abbildung 20: Beziehung Gefüge (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) und NEL-Konzentration von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



4.2.5.4 Verunreinigung

Die ÖAG-Sinnenprüfung nimmt bei der Bonitur der Verunreinigung auf erdige und organische Verschmutzung (Düngerreste, Laub, Äste, etc.) sowie auf die Staubentwicklung Rücksicht. Gegenüber der chemischen Analyse, wo der Rohaschewert zur Verfügung steht, hat der Parameter Verunreinigung in der Sinnenprüfung eine umfangreichere Aussagekraft.

Die Werte aus der allgemeinen Statistik (*Tabelle 21*) zeigten, dass zwischen den einzelnen Aufwüchsen keine auffallenden Differenzen auftraten. Ein Trend in Richtung weniger Staubentwicklung bzw. Verschmutzung konnte im Bereich Trocknungsverfahren beobachtet werden. Die Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung enthielt weniger Staub bzw. Schmutz im Heu und Grummet als vergleichsweise die Verfahren Kaltbelüftung und Bodentrocknung.

Tabelle 21: Verunreinigung (ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER 1999) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Trocknungsverfahren (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Verunreinigung [Punkte 0 bis 3]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	1,8	1,9	2,0	1,8	30	25	5	60	0,6	0,8	0,7	0,7
Kaltbelüftung	1,9	2,0	1,3	1,9	36	25	2	63	0,8	0,8	1,1	0,8
Warmbelüftung	2,3	2,2	2,1	2,2	28	20	8	56	0,6	0,7	0,8	0,7
Insgesamt	2,0	2,0	2,0	2,0	94	70	15	179	0,7	0,8	0,8	0,7

Minimum 0 Punkte, Maximum 3 Punkte

Die Varianzanalyse der Einflussfaktoren zeigte in *Tabelle 17*, dass bei einem R^2 von $\sim 20\%$ nur die Rohasche einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert 0,0004) auf die Verunreinigung von Raufutter hatte. Bei Zunahme der Rohasche um 1 g sank die Punkteanzahl des Faktors Verunreinigung um $-0,01$ ab. Qualitativ deutlich spürbar war dieser Effekt allerdings erst dann, wenn es zu einer starken erdigen Verschmutzung kam, also wenn mehr als 30 g Rohasche über dem Orientierungswert von 100 g/kg TM auftraten.

Der Einfluss des Trocknungsverfahrens auf die Verunreinigung von Heu und Grummet war laut *Tabelle 17* tendenziell (P-Wert 0,0636). Im Mittelwertvergleich der Verfahren stellte sich heraus, dass sich die Trocknungsverfahren Bodentrocknung und Kaltbelüftung in punkto Verunreinigung nicht voneinander unterscheiden. Das Verfahren Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung wies eine signifikant geringere Staubentwicklung bzw. Verschmutzung auf als die Bodentrocknung und Kaltbelüftung.

Nach den Ergebnissen aus *Tabelle 17* zufolge, konnte ein tendenzieller Einfluss (P-Wert = 0,0812) des Rohproteingehaltes auf die Verunreinigung von Raufutter (nach ÖAG-Sinnenprüfung 1999) festgestellt werden. Bei Zunahme des Rohproteingehaltes um 1 g stieg die Punktezahl des bonitierten Merkmals Verunreinigung um 0,003 Punkte an. Aus der Sicht eines Landwirtes ist diesem Effekt keine praktisch relevante Bedeutung zu erteilen.

4.2.5.5 Gesamtpunkte ÖAG-Sinnenprüfung

Die Aggregation der Punkte aus der ÖAG-Sinnenprüfung von Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung ergibt für eine bewertete Heu- oder Grummetprobe in Summe eine Punktezahl zwischen -3 und 20 Punkten. Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik (*Tabelle 22*) zeigten, dass es innerhalb der Aufwüchse einen Qualitätsgradienten gab und zwar hatte der 1. Aufwuchs mit 9,4 Punkten eine deutlich schlechtere Qualität als das Grummet (\bar{O} 12,4 Punkte) und der 3. Aufwuchs mit 13,3 Punkten.

Ganz massiv wirkte sich das Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität aus. Mit der Bodentrocknung konnten nur mäßige Qualitäten mit \bar{O} 8,9 Punkten erreicht werden, die Kaltbelüftung brachte es immerhin schon auf 11,7 Punkte und mit Hilfe der Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung konnte die Heuqualität auf ein gutes Niveau von 15,7 Punkten gesteigert werden.

In der GLM-Auswertung (*Tabelle 17*) konnten 4 Faktoren als hoch signifikante Einflussvariablen selektiert werden, dabei war der Rohfasergehalt der einflussstärkste, gefolgt vom Rohaschegehalt, Bundesland und Rohproteingehalt. Das Trocknungsverfahren und der Aufwuchs der Heuproben waren signifikant im Einfluss hinsichtlich Gesamtpunktezahl nach ÖAG-Sinnenprüfung (1999).

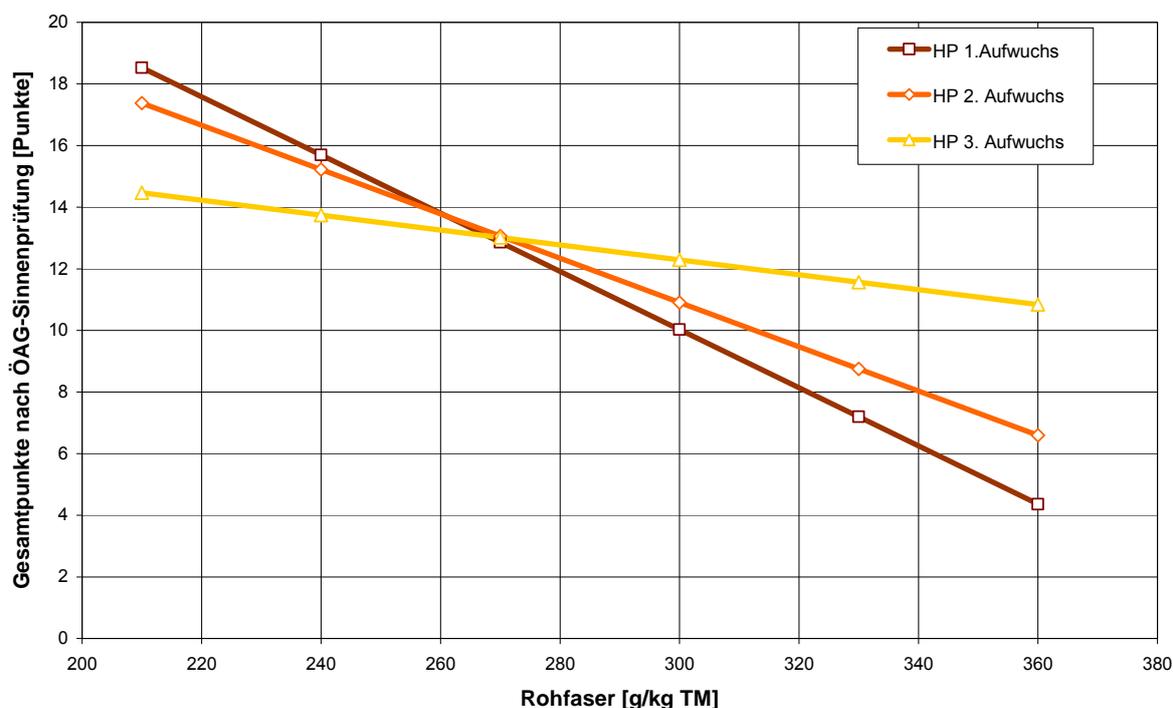
Tabelle 22: Gesamtpunkte ÖAG-Sinnenprüfung (nach BUCHGRABER 1999) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Punktesumme [Punkte -3 bis 20]				Probenanzahl				Standardabweichung			
	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt	1.	2.	3.	Gesamt
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	8,8	14,1	14,0	11,4	30	25	5	60	3,6	2,9	3,5	4,2
Kaltbelüftung	13,5	15,8	17,3	14,6	36	25	2	63	4,2	3,1	2,5	3,9
Warmbelüftung	15,1	16,6	17,6	16,0	28	20	8	56	3,6	2,0	1,4	3,0
Insgesamt	12,5	15,4	16,4	14,0	94	70	15	179	4,6	2,9	2,8	4,2

Minimum 3 Punkte, Maximum 20 Punkte

Der Rohfasergehalt hatte aufgrund des P-Wertes von 0,0000 (Tabelle 17) einen hoch signifikanten Einfluss auf die Gesamtpunktezahl der ÖAG-Sinnenprüfung von Raufutter. Bei Zunahme der Rohfaser um 1 g sank die Punkteanzahl des Faktors Sinnenprüfung-Gesamtpunkte um $-0,046$ ab. Der Rohfaser-Effekt war in den einzelnen Grünlandaufwüchsen unterschiedlich ausgeprägt.

Abbildung 21: Einfluss von Rohfasergehalt und Aufwuchs auf die ÖAG-Gesamtpunktezahl (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: HP= Heuprojekt 2007)

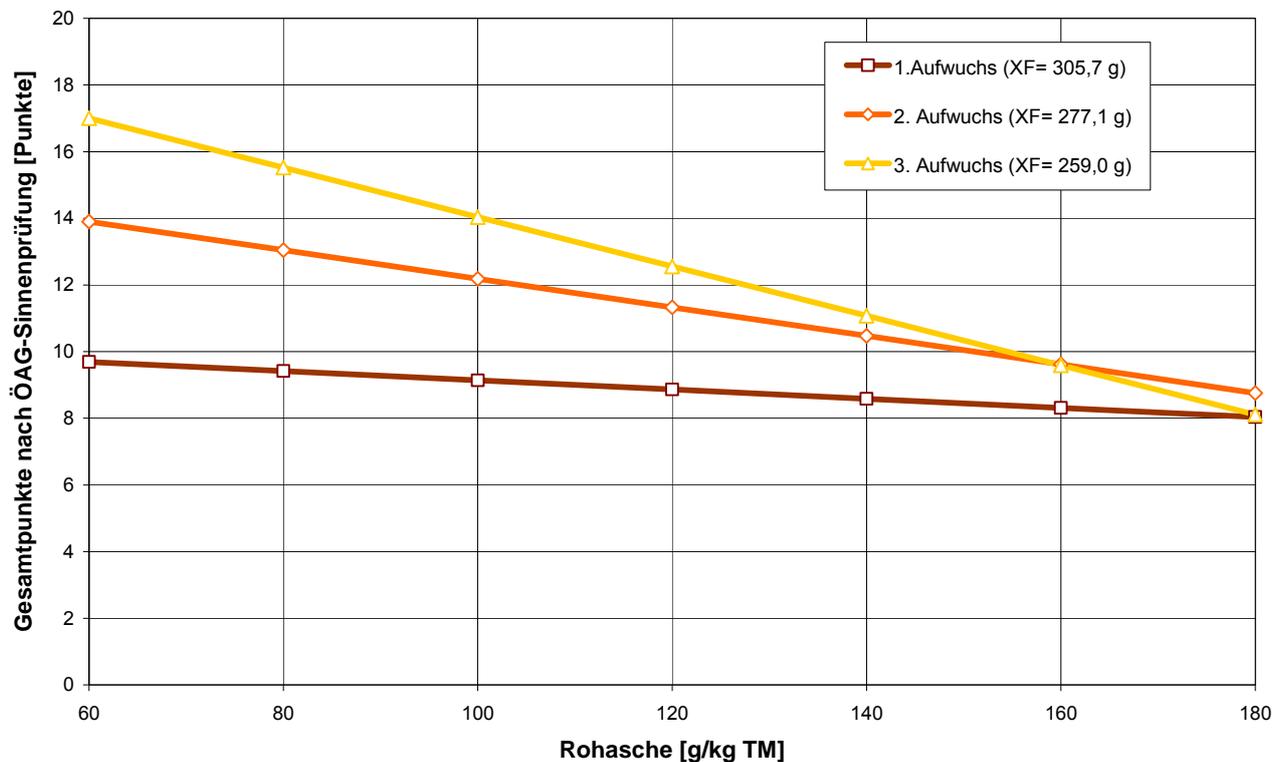


Der 1. Aufwuchs hatte bei niedrigen Rohfasergehalten die höchsten Punkte, allerdings nahm die Punktezahl und damit die Heuqualität mit zunehmender Rohfaser stärker ab als bei den Folgeaufwüchsen (Regressionskoeffizient = $-0,094$). Beim Grummetaufwuchs war der Rohfaser-Effekt schon etwas geringer (Abbildung 21), weil der Regressionskoeffizient auf $-0,072$ lag. Im 3. Aufwuchs war ein flach verlaufender Trend mit einem Regressionskoeffizienten von nur mehr $-0,024$ auffallend. Für die Praxis bedeutet eine Rohfaserzunahme von 5 % in der Trockenmasse beim 1. bzw. 2. Aufwuchs eine Verschlechterung der Heuqualität um eine ÖAG-Qualitätsstufe.

Der Faktor Rohaschegehalt übte aufgrund des P-Wertes von 0,0000 (Tabelle 17) einen hoch signifikanten Einfluss auf die Heuqualität (nach ÖAG-Sinnenprüfung) aus. Der Rohasche-Effekt war so gestaltet, dass bei Zunahme der Rohasche um 1 g die Gesamtpunktezahl um $-0,05$ absank. In der Praxis bewirkte die erdige Verschmutzung beim 1. Aufwuchs weniger starke Qualitätseinbußen, weil die Heuqualität durch den hohen Rohfaseranteil schon sehr niedrig lag. In den Folgeaufwüchsen (Grummet) konnte ein stärkerer Rohasche-Effekt beobachtet werden (Abbildung 22), hier spielte die Verschmutzung eine nicht

unwesentliche Rolle. Das Ergebnis der Varianzanalyse zeigte in *Tabelle 17* aufgrund des P-Wertes von 0,0273 einen signifikanten Einfluss des Faktors Aufwuchs auf die Punktesumme. Im multiplen Mittelwertvergleich gab es eine signifikante Differenz zwischen dem 1. Aufwuchs (Ø 10,2 Punkte) und dem 2. Aufwuchs (Ø 12,1 Punkte). Der 2. Aufwuchs unterschied sich vom 3. Aufwuchs nur zufällig. Für die Praxis bedeutet das, dass in punkto Heuqualität trotz konstanter Trockenmasse, Rohfaser und Rohasche ein qualitativer Unterschied zwischen den Aufwüchsen zu Gunsten der Folgeaufwüchse (Grummet) auftrat. Unter Konstanthaltung der Trockenmasse, Rohfaser, Rohasche und Seehöhe sowie Ausschaltung der kategorischen Faktoren Projektzeitraum, Bundesland und Aufwuchs, hatte das Trocknungsverfahren mit einem P-Wert von 0,0000 (*Tabelle 17*) einen hoch signifikanten Einfluss auf die Heuqualität (Punktesumme nach ÖAG-Sinnenprüfung). Mit dem Verfahren Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung (Ø 12,3 Punkte) konnte die höchste Punktesumme erreicht werden. Signifikant niedriger lag die Heuqualität die mittels Kaltbelüftung (Ø 11,2 Punkte) erzielt werden konnte. Die schlechteste Raufutterqualität wurde mit dem Verfahren Bodentrocknung (Ø 10,2 Punkte) produziert. Die einzelnen Trocknungsverfahren differenzierten sich untereinander jeweils signifikant. Die Differenz zwischen Bodentrocknung und Warmbelüftung betrug ~ 2,1 Punkte bzw. eine halbe Note.

Abbildung 22: Einfluss von Rohaschegehalt und Aufwuchs auf die ÖAG-Gesamtpunktezahl (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Das Herkunftsland erwies sich in *Tabelle 17* als hoch signifikanter Einflussfaktor (P-Wert = 0,0000) auf die Heuqualität (Gesamtpunkte nach ÖAG-Sinnenprüfung) von Raufutter. Südtirol hatte mit Ø 7,5 Punkte die geringsten Heuqualitäten und unterschied sich zu den Ländern Oberösterreich (Ø 11,6 Punkte), Niederösterreich (Ø 11,6 Punkte), Tirol (Ø 12,2 Punkte), Vorarlberg (Ø 12,2 Punkte) und Steiermark (Ø 13,0 Punkte) signifikant. Die Steiermark hatte außerdem eine signifikant bessere Heuqualität als die Länder Salzburg und Oberösterreich.

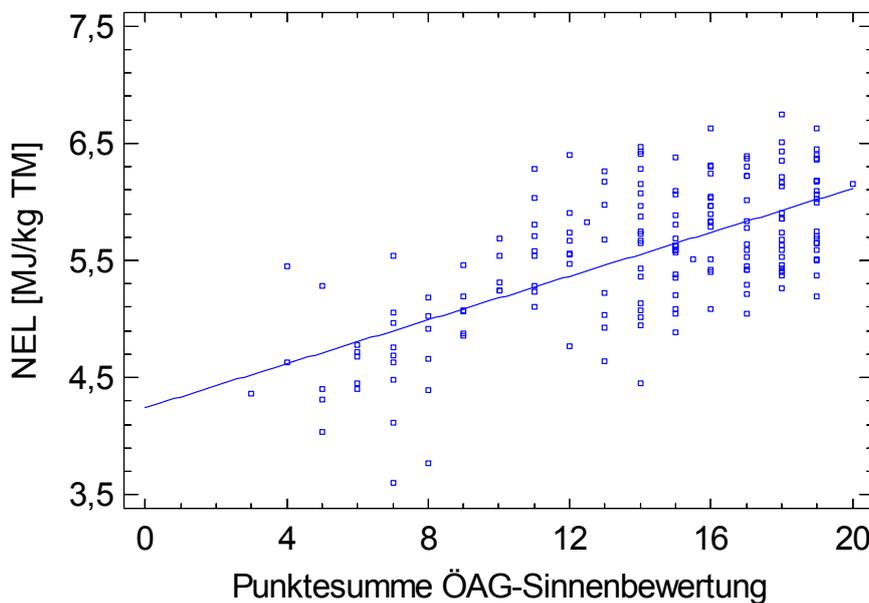
Die statistische Auswertung (*Tabelle 17*) zeigte für den Faktor Rohproteingehalt einen hoch signifikanten Effekt (P-Wert 0,0032) hinsichtlich Gesamtpunktezahl nach ÖAG-Sinnenprüfung, wenn die Merkmale TM, Rohfaser und Rohasche auf einen konstanten Mittelwert gehalten wurden. Bei Anstieg des Rohproteingehaltes um 1 g stieg gleichzeitig die Punktesumme um + 0,034 Punkte an. Heu und Grummet

mit einem höheren Anteil an Leguminosen und Kräutern hatte im Vergleich zu grasreichen Partien eine höhere sensorische Qualität.

Zusammenhang zwischen Punktesumme (nach ÖAG-Sinnenprüfung) und Nettoenergie-Laktation (NEL) von Raufutter

Die Beziehung ÖAG-Punktesumme und NEL-Konzentration war laut Regressionsanalyse hoch signifikant (P-Wert < 0,01). Mit einem Bestimmtheitsmaß (adjustiertes R²) von 42 % war die Erklärung der Datenvarianz der NEL-Werte mit Hilfe des Merkmals Punktesumme mäßig. Der Korrelationskoeffizient von 0,65 ergab eine moderate Beziehung zwischen den beiden Variablen. Die Steigerung der Punktesumme um 1 Punkt, ergab eine Erhöhung der NEL-Konzentration um + 0,48 MJ/kg TM (Abbildung 23).

Abbildung 23: Beziehung Punktesumme (nach ÖAG-Sinnenprüfung, BUCHGRABER 1999) und NEL-Gehalt von Raufutter (Daten: Heuprojekt 2007)



4.2.5.6 Schimmelbonitur

Die geruchsmäßige und visuelle Erfassung von Schimmel wurde nur im Projektjahr 2007 durchgeführt. Die Ergebnisse (Tabelle 23) zeigten, dass es zwischen den Aufwüchsen nur geringfügige Unterschiede gab. Der 3. Aufwuchs wies allgemein den geringsten Schimmelgeruch auf. Das Trocknungsverfahren Bodentrocknung hatte mit 0,6 Punkten um 0,3 bis 0,4 Punkte mehr als die Kalt- bzw. Warmbelüftung, aber dennoch nicht einmal ein leichtes Schimmelproblem. Die künstlich belüfteten Heuproben waren praktisch ohne Schimmelbelastung.

Tabelle 23: Schimmelbonitur nach BUCHGRABER und NIESCKEN 2007 von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Jahr	Bodentrocknung			Kaltbelüftung			Warmbelüftung			Insgesamt		
		n	Ø	s	n	Ø	s	n	Ø	s	n	Ø	s
1	2007	15	0,6	0,50	28	0,3	0,42	23	0,1	0,23	66	0,3	0,42
2	2007	12	0,8	0,45	16	0,5	0,63	15	0,4	0,53	43	0,5	0,55
3	2007	4	0,4	0,48	2	0,0	0,00	8	0,2	0,37	14	0,2	0,38
Insgesamt	2007	31	0,6	0,48	46	0,3	0,51	46	0,2	0,40	123	0,4	0,49

Minimum 0 Punkte, Maximum 3 Punkte

Einen tendenziellen Einfluss (P-Wert = 0,0527) auf die sensorisch bestimmte Schimmelbelastung des Raufutters zeigte der Faktor Trocknungsverfahren. Im multiplen Mittelwertvergleich konnte eine signifikante Differenz zwischen der Bodentrocknung und der Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung

festgestellt werden. Für die Praxis bedeutet diese Aussage, dass bodengetrocknetes Raufutter im Gegensatz zu warmbelüftetem Futter zu einer leichten Schimmelbelastung neigte.

4.2.5.7 Staubbonitur

Die Ergebnisse in *Tabelle 24* zeigen, dass es zwischen den Aufwüchsen ähnlich wie bei der Schimmelbonitur unter Punkt 3.2.5.6 nur geringfügige Unterschiede gab. Die Varianz der Staubbonitur konnte über ein mehrfaktorielles lineares Modell nur mit einem R^2 von 8,0 % erklärt werden. Von den eingespeisten unabhängigen Faktoren erwies sich nur das Trocknungsverfahren (P-Wert = 0,0453) als signifikanter Faktor. Im multiplen Mittelwertvergleich konnte nachgewiesen werden, dass bodengetrocknete Raufutterproben (\bar{X} 0,90) eine signifikant höhere Staubbelastung aufwiesen als warmbelüftetes bzw. entfeuchtetes Heu (\bar{X} 0,44 Punkte).

Tabelle 24: Staubbonitur (nach BUCHGRABER und NIESCKEN 2007) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Art der Heutrocknung (Daten: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Jahr	Bodentrocknung			Kaltbelüftung			Warmbelüftung			Insgesamt		
		n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s
1	2007	15	0,7	0,70	28	0,7	0,80	23	0,5	0,43	66	0,6	0,66
2	2007	12	1,4	0,85	16	0,8	0,63	15	0,5	0,61	43	0,9	0,76
3	2007	4	0,5	0,41	2	1,3	1,77	8	0,4	0,44	14	0,5	0,69
Insgesamt	2007	31	1,0	0,81	46	0,7	0,77	46	0,5	0,49	123	0,7	0,71

Minimum 0 Punkte, Maximum 3 Punkte

4.2.6 Verhältnis Stängel : Blätter

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde im Projektjahr 2007 eine Schätzung des Verhältnisses von Stängeln : Blättern durchgeführt. Um die Schätzgenauigkeit verifizieren zu können, wurden im Jahr 2008 die gleichen Proben außerdem nach Stängeln und Blättern getrennt und die Gewichtsanteile gravimetrisch festgestellt

4.2.6.1 Schätzung Verhältnis Stängel : Blätter

Die Ergebnisse der Schätzung des Stängelanteils in *Tabelle 25* zeigen, dass es zwischen den Aufwüchsen deutliche Unterschiede gab, insbesondere der 1. Aufwuchs war mit \bar{X} 44,5 % wesentlich stängelreicher als die Folgeaufwüchse mit 19 bis 24 %. Das Trocknungsverfahren ergab in *Tabelle 24* ebenfalls ein differenziertes Bild. Die Bodentrocknung hatte mit \sim 43 % im Vergleich zur Kaltbelüftung (\bar{X} 35 %) und der Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung (\bar{X} 30 %) die höchsten Anteile an Stängeln zu verzeichnen.

Tabelle 25: Geschätzter Stängelanteil (nach BUCHGRABER und NIESCKEN 2007) von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Jahr	Bodentrocknung			Kaltbelüftung			Warmbelüftung			Insgesamt		
		n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s
1	2007	30	60,3	14,56	46	42,0	15,92	42	35,9	15,36	118	44,5	18,05
2	2007	25	26,0	10,31	26	23,1	8,01	20	23,0	10,56	71	24,1	9,57
3	2007	5	22,0	9,08	2	17,5	3,54	8	17,5	13,09	15	19,0	10,72
Insgesamt	2007	60	42,8	21,58	74	34,7	16,38	70	30,1	15,56	204	35,5	18,44

Minimum 5 Prozent, Maximum 80 Prozent

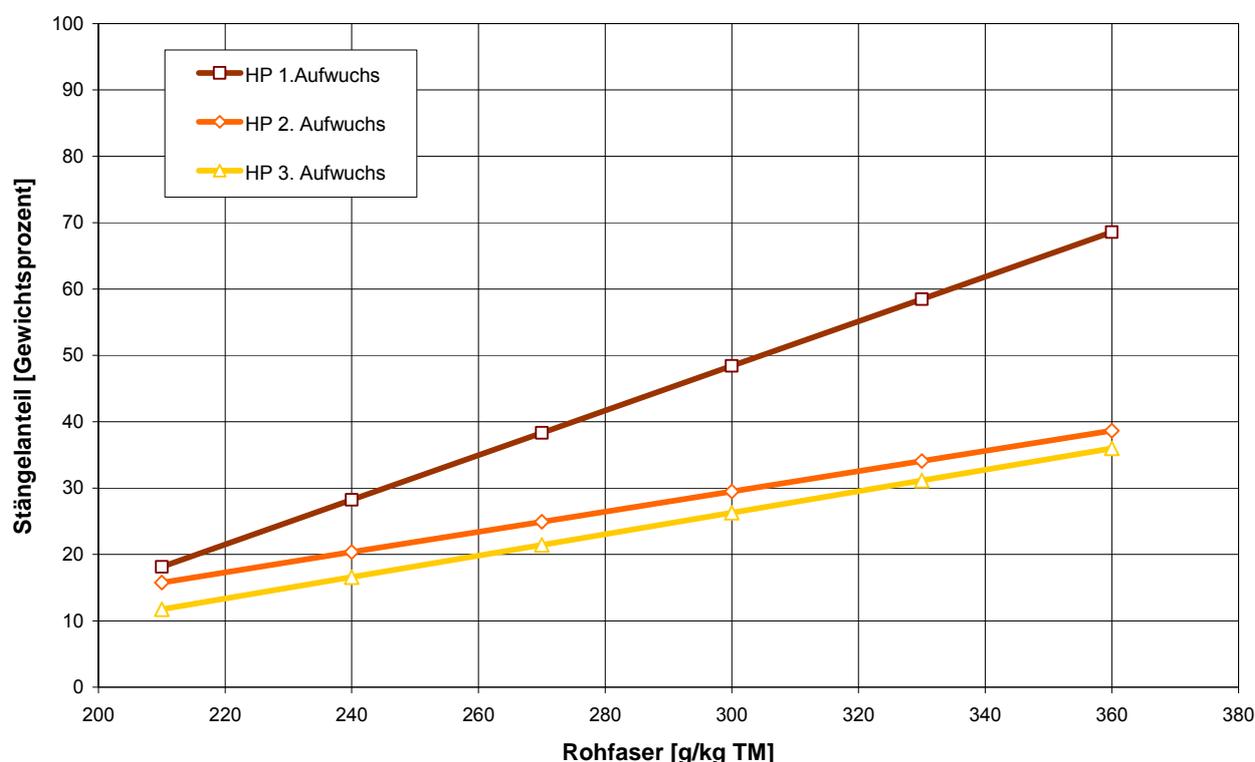
Die mehrfaktorielle Varianzanalyse mittels GLM-Modell ergab, dass von sechs Faktoren der Rohfasergehalt, Aufwuchs und TM-Gehalt einen hoch signifikanten Einfluss auf den Stängelanteil im Raufutter ausübten. Für den Faktor Rohfasergehalt konnte ein sehr starker Zusammenhang mit dem Stängelanteil festgestellt werden. Der Regressionskoeffizient von + 0,27 zeigte, dass bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 g, gleichzeitig der Stängelanteil um + 0,27 % anstieg. Der Rohfaser-Effekt ist innerhalb der einzelnen Aufwüchse noch umso deutlicher zu unterscheiden (*Abbildung 24*), weil der Regressionskoeffizient vom 1. Aufwuchs mit + 0,33 % viel stärker anstieg als bei den Folgeaufwüchsen mit + 0,15 bzw. + 0,16 %.

Im multiplen Mittelwertvergleich konnte festgestellt werden, dass der 1. Aufwuchs mit Ø 42 % signifikant höhere Stängelanteile aufwies als die Folgeaufwüchse mit 25 bis 26,5 %.

Der Trockenmassegehalt hatte ebenfalls einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert = 0,0006) auf den Stängelanteil im Raufutter. Unter Konstanzhaltung von Rohfaser- (278 g/kg TM) und Rohaschegehalt (82,7 g/kg TM) bewirkte ein Trockenmassenanstieg um 1 g eine Zunahme des Stängelanteils von rund + 0,2 %.

Aufgrund dieses Ergebnisses konnte nachgewiesen werden, dass das Schätzverhalten durch den TM-Gehalt maßgeblich beeinflusst wird. Je trockener die Heuprobe war, umso höher wurde der Stängelanteil eingeschätzt, weil die Stängel bei größerem TM-Gehalt hart werden und stechen und es somit den Anschein hat, dass der Stängelanteil höher ist als bei leicht feuchten Partien, die sich weicher anfühlen.

Abbildung 24: Einfluss von Rohfasergehalt und Aufwuchs auf den Stängelanteil (nach NIESCKEN 2007) von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



4.2.6.2 Exakte Erhebung Verhältnis Stängel : Blätter

Bei der exakten Erfassung des Anteils an Stängel- bzw. Blattmasse wurden die getrennten Fraktionen von Stängeln und Blättern gewogen. Die Ergebnisse in der *Tabelle 26* zeigen einen deutlichen Unterschied zwischen Heu und Grummet, allerdings ist die Differenz im Stängelanteil zwischen den Trocknungsverfahren sehr gering.

Tabelle 26: Stängelanteil von Raufutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Art der Heutrocknung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Aufwuchs	Jahr	Bodentrocknung			Kaltbelüftung			Warmbelüftung			Insgesamt		
		n	Ø	s	n	Ø	s	n	Ø	s	n	Ø	s
1	2007	4	49,7	14,91	9	50,3	10,31	4	43,3	19,15	17	48,5	13,14
2	2007	3	25,2	3,34	8	29,4	9,82	1	29,4		12	28,4	8,19
3	2007	2	27,5	18,73	1	2,1		5	32,8	18,98	8	27,6	19,18
Insgesamt	2007	9	36,6	16,87	18	38,4	16,75	10	36,6	17,77	37	37,5	16,60

Minimum 5 Prozent, Maximum 80 Prozent

Die Resultate der linearen Modellierung (GLM) zeigten, dass nur der Rohfasergehalt einen hoch signifikanten Einfluss auf den Stängelanteil ausübte. Der Faktor Aufwuchs (P-Wert = 0,018) wirkte auf den exakt erfassten Stängelanteil von Raufutter in signifikanter Weise ein, alle übrigen Faktoren hatten keinen bzw. nur einen zufälligen Einfluss. Die Varianz der Stängelanteildaten konnte mit insgesamt 55 % (R^2) erklärt werden.

Den höchsten mittleren Stängelanteil wies der 1. Aufwuchs mit 44,6 % auf. Das Grummet lag im Stängelanteil signifikant unter dem Niveau des 1. Aufwuchses und zwar zwischen 28 und 31 %. Der 2. Aufwuchs unterschied sich vom 3. Aufwuchs nicht signifikant.

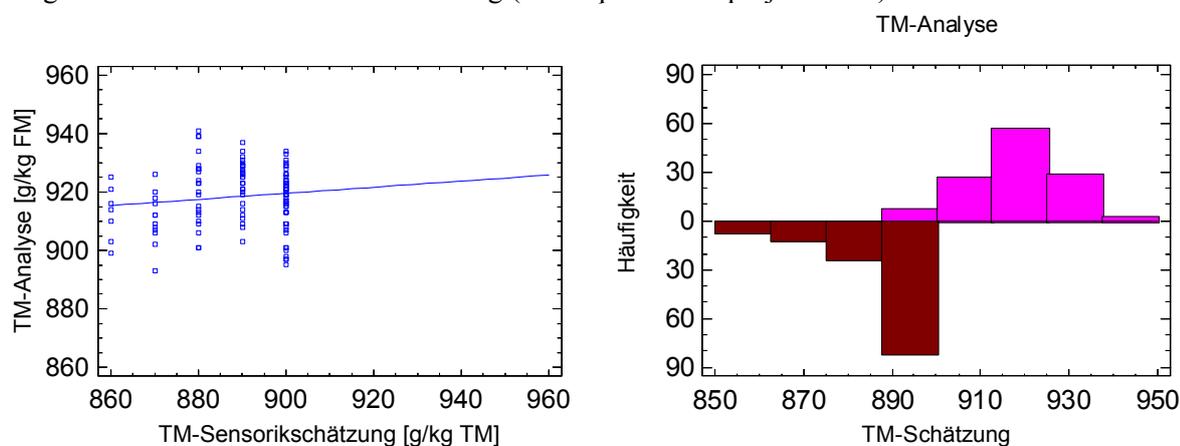
Die Beziehung zwischen dem Rohfasergehalt und dem Stängelanteil war von allen Merkmalen am ausgeprägtesten (Korrelationskoeffizient = 0,58). Bei Zunahme des Rohfasergehaltes um 1 g stieg der Stängelanteil gleichzeitig um 0,27 % an. Aufgrund der geringen Anzahl der exakt erfassten Stängelanteile von Raufutterproben ist eine Darstellung der Beziehung Rohfaser – Stängelanteil in den einzelnen Aufwüchsen noch zu früh. Es bedarf hier unbedingt noch weiterer Untersuchungen an verschiedenen Raufutterproben.

4.3 Beziehungen zwischen Analyse und Schätzung

4.3.1 Beziehung TM-Analysenwert zur TM-Schätzung

Die Schätzung der Trockenmasse mittels menschlicher Sensorik ist der statistischen Analyse zufolge als unzuverlässig einzustufen (Korrelationskoeffizient 0,12). Das adjustierte Bestimmtheitsmaß (R^2) beträgt nur 0,7 %. Das Problem bei der Sensorikschätzung ist, dass die Werte im Durchschnitt um 30 g niedriger liegen als bei der TM-Analyse (Abbildung 25).

Abbildung 25: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse bei Trockenmasse von Raufutter aus TM-Analyse im Vergleich zur sensorischen TM-Schätzung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Korrelationskoeffizient = 0,125

$R^2 = 1,6 \%$

R^2 (adjustiert für Fg.) = 0,7 %

Mittelwert TM-Analyse = 918,4 g/kg FM

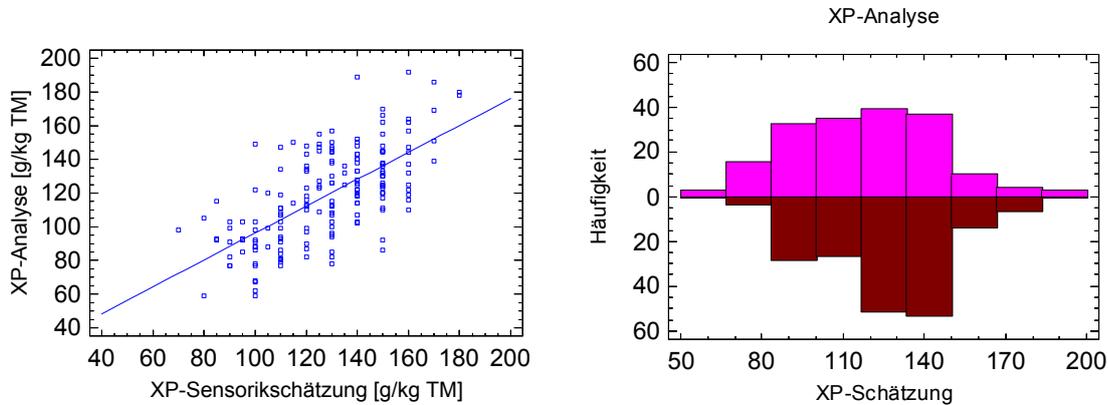
Mittelwert TM-Schätzung = 888,7 g/kg FM

Differenz = 29,7 g/kg FM P-Wert = 0,0000 (t-Test)

4.3.2 Beziehung Rohprotein-Analysenwert zur Rohprotein-Schätzung

Die Schätzung des Rohproteingehaltes (Abbildung 26) war mäßig, weil der mittlere Schätzfehler mit 20,6 g Abweichung zum XP-Messwert nicht unerheblich ist. Ein Vergleich der Mittelwerte zeigte, dass der Rohproteingehalt über die Sensorikeinstufung um 9 g über dem Mittelwert der XP-Analyse lag. Der Korrelationskoeffizient war mit 0,66 mittelmäßig, das Bestimmtheitsmaß (R^2) mit rund 43 % ebenfalls.

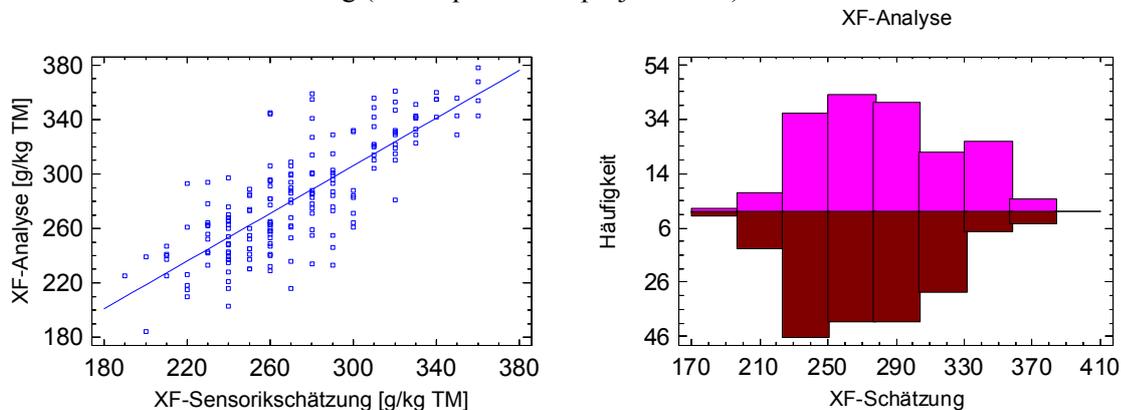
Abbildung 26: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse bei Rohprotein von Raufutter aus XP-Analyse im Vergleich zur sensorischen XP-Schätzung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Korrelationskoeffizient = 0,66
 $R^2 = 43,2 \%$
 R^2 (adjustiert für Fg.) = 42,9 %
 Mittelwert Rohprotein-Analyse = 118,3 g/kg TM
 Mittelwert Rohprotein-Schätzung = 127,6 g/kg TM
 Differenz = 9,3 g/kg FM P-Wert = 0,0004 (t-Test)

4.3.3 Beziehung Rohfaser-Analysenwert zur Rohfaser-Schätzung

Abbildung 27: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse bei Rohfaser von Raufutter aus XF-Analyse im Vergleich zur sensorischen XF-Schätzung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Korrelationskoeffizient = 0,79
 $R^2 = 63,0 \%$
 R^2 (adjustiert für Fg.) = 62,7 %
 Mittelwert Rohfaser-Analyse = 282,8 g/kg TM
 Mittelwert Rohfaser-Schätzung = 273,3 g/kg TM
 Differenz = 9,5 g/kg FM P-Wert = 0,0225 (t-Test)

Die Schätzung des Rohfasergehaltes über die menschliche Sensorik war beim Raufutter mittelmäßig (Abbildung 27), weil der mittlere Schätzfehler immerhin 25 g beträgt. Dennoch konnte mit 0,79 eine relativ gute Korrelation zwischen Analyse und Schätzung festgestellt werden, die sich im adjustierten Bestimmtheitsmaß (R^2) mit rund 63 % zu Buche schlägt.

4.3.4 Beziehung Rohasche-Analysenwert zur Rohasche-Schätzung

Die Einschätzung des Rohaschegehaltes über die menschliche Sensorik war äußerst schlecht (Abbildung 28), weil die Schätzwerte mit den Analysenwerten ganz schlecht korrelierten (Korrelationskoeffizient = 0,09) und das adjustierte Bestimmtheitsmaß (R^2) der Regressionsanalyse auf nur 0,25 % lag. Zu bedenken ist auch der mittlere Schätzfehler von 18,1 g und die mittlere Differenz der Mittelwerte von rund 9 g Rohasche /kg TM. Obwohl eine optische erdige Verunreinigung beim Raufutter erkennbar war, erscheint die Einschätzung der Rohasche über die Sinne äußerst schwierig.

Korrelationskoeffizient = 0,09

$R^2 = 0,8 \%$

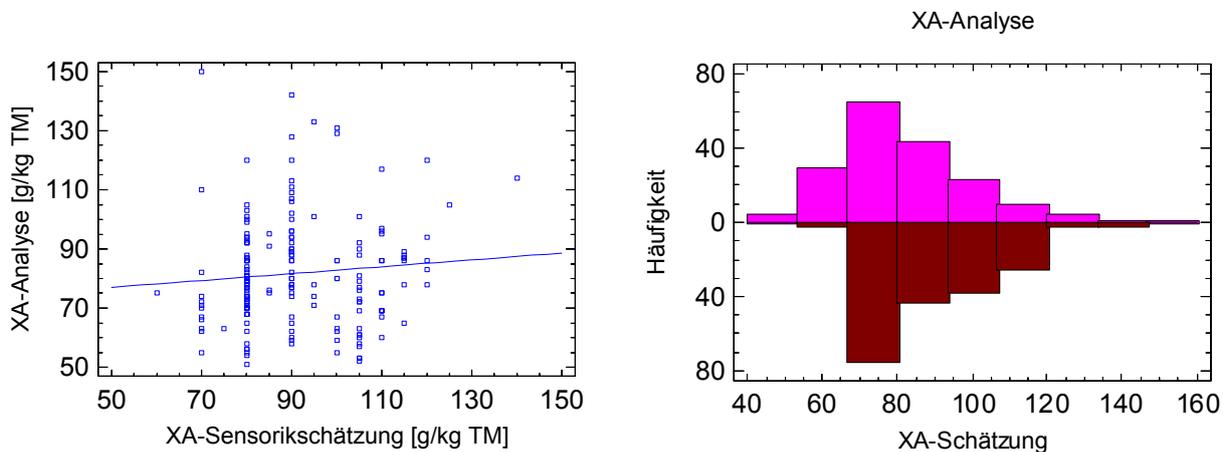
R^2 (adjustiert für Fg.) = 0,3 %

Mittelwert Rohasche-Analyse = 81,8 g/kg TM

Mittelwert Rohasche-Schätzung = 91,0 g/kg TM

Differenz = 9,3 g/kg FM P-Wert = 0,0000 (t-Test)

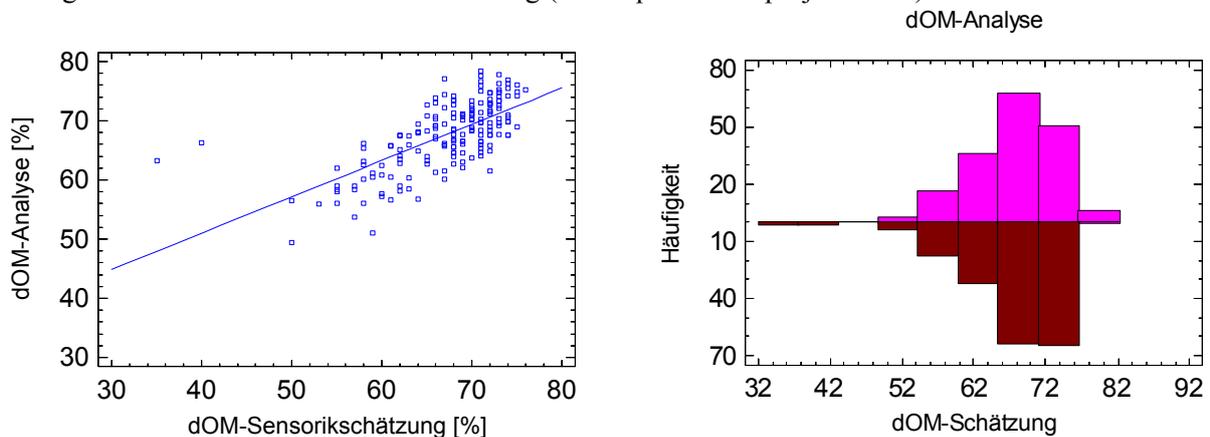
Abbildung 28: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse bei Rohasche von Raufutter aus XA-Analyse im Vergleich zur sensorischen XA-Schätzung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



3.3.5 Beziehung OM-Verdaulichkeit-Analysenwert zur OM-Verdaulichkeit-Schätzung

Die Einschätzung der OM-Verdaulichkeit im Vergleich zum Messwert (Abbildung 29) gestaltete sich aufgrund der Regressionsanalyse als mittelmäßig. Die Beziehung ist aufgrund des Korrelationskoeffizienten von 0,68 als zufrieden stellend bis gut einzustufen.

Abbildung 29: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse bei OM-Verdaulichkeit von Raufutter aus dOM-Analyse im Vergleich zur sensorischen dOM-Schätzung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

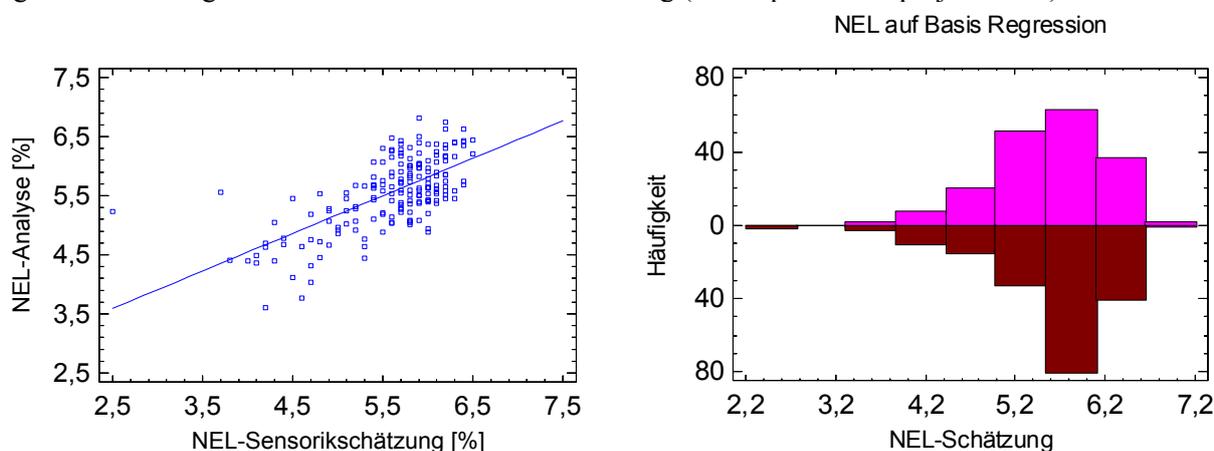


Korrelationskoeffizient = 0,68
 $R^2 = 46,0 \%$
 R^2 (adjustiert für Fg.) = 45,7 %
 Mittelwert OM-Verdaulichkeit-Analyse = 67,6 %
 Mittelwert OM-Verdaulichkeit-Schätzung = 67,1 %
 Differenz = 0,5 % P-Wert = 0,3998 (t-Test)

Das Bestimmtheitsmaß (adjustiertes R^2) lag mit 45,7 % im mittelmäßigen Bereich. Der mittlere Schätzfehler war auf +/- 4,2 %, allerdings gab es einige Ausreißer, wo die Schätzung und die Analyse mehr als 10 % auseinanderlagen.

4.3.5 Beziehung NEL auf Basis DLG-Regression zur NEL-Schätzung

Abbildung 30: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse bei NEL von Raufutter aus NEL auf Basis DLG-Regression im Vergleich zur sensorischen NEL-Schätzung (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Korrelationskoeffizient = 0,67
 $R^2 = 44,3 \%$
 R^2 (adjustiert für Fg.) = 44,0 %
 Mittelwert NEL-Analyse = 5,56 MJ/kg TM
 Mittelwert NEL-Schätzung = 5,59 MJ/kg TM
 Differenz = 0,03 MJ/kg TM P-Wert = 0,5687 (t-Test)

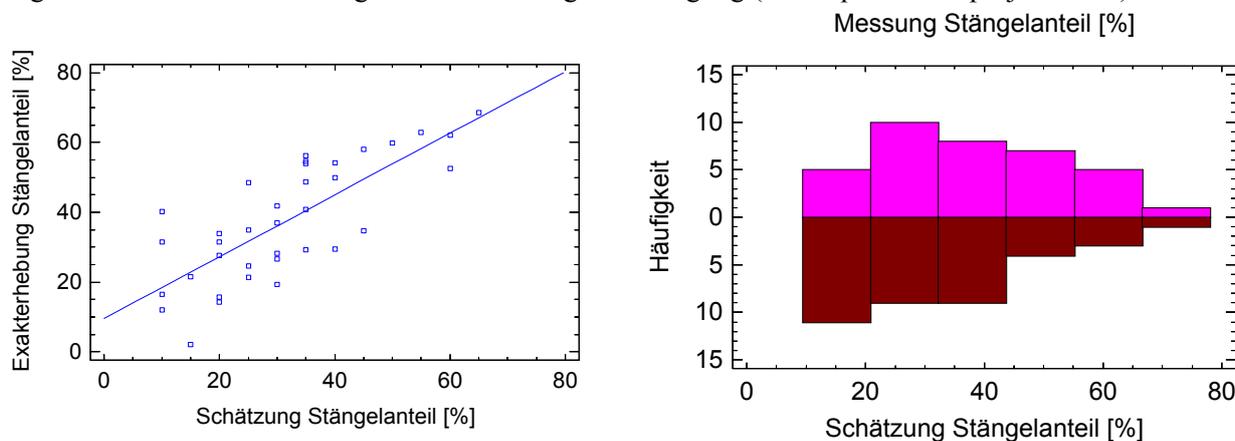
Die Auswertung der Regressionsanalyse der Beziehung zwischen NEL-Berechnung und –Schätzung ergab einen hoch signifikanten Zusammenhang (P-Wert < 0,01). Die Mittelwerte der NEL-Schätzung (5,59 MJ/kg TM) lagen nur 0,03 MJ NEL über dem Mittelwert der Berechnung. Die Verteilung der Schätzung zeigte eine gute Verteilung im Häufigkeitsdiagramm (Abbildung 30). Die mittlere Schätzgenauigkeit der sensorischen Energie-Einstufung wurde mit einem Schätzfehler von +/- 0,45 MJ NEL/kg TM beziffert. Für die Praxis bedeutet diese Unschärfe in der Einstufung ein Problem hinsichtlich guter Einstufung der Energiekonzentration, weil die NEL ein entscheidender Indikator für die Energieversorgung der Milchkuh ist.

4.3.6 Beziehung Stängel : Blatt-Verhältnis auf Basis Schätzung zur exakten Erhebung durch Trennung und Wiegung

Die Schätzung des Stängelanteils ergab gegenüber der exakten Trennung von Stängeln und Blättern (Abbildung 31) eine Unterschätzung des Stängelanteils von 6 %. Diese Abweichung war zwar noch nicht signifikant, zeigte aber dennoch wie schwierig die sensorische Einschätzung des Stängelanteils in der Praxis war. Die lineare Beziehung der 36 Vergleichspaare war aufgrund des Korrelationskoeffizienten von

0,77 als zufrieden stellend bis gut einzustufen. Das Bestimmtheitsmaß war mit 58 % (adjustiertes R²) mittelmäßig, eher mäßig der mittlere Schätzfehler von ~11 %.

Abbildung 31: XY-Plot und Häufigkeitsanalyse Stängel : Blatt-Verhältnis von Raufutter aus Schätzung im Vergleich zur exakten Erhebung mittels Trennung und Wiegen (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Korrelationskoeffizient = 0,77
 R² = 59,3 %
 R² (adjustiert für Fg.) = 58,1 %
 Mittelwert Stängelanteil-Analyse = 37,4 %
 Mittelwert Stängelanteil-Schätzung = 31,4 %
 Differenz = 6,0 % P-Wert = 0,113 (t-Test)

4.4. Einfluss von Management und Umwelt auf Raufutter-Qualitätsparameter

Ein wesentliches Ziel der 1. Österreichischen Heumeisterschaft lag darin, das unterschiedliche Management bei der Raufutterkonservierung mittels Erhebungsbogen (Abbildung 38) zu erfassen, um dessen Einfluss auf die Qualität von Heu und Grummet quantifizieren zu können.

Die vorliegenden Daten wurden mit Hilfe eines linearen Modells (GLM) in der Form ausgewertet, dass der Effekt einer Reihe von wichtigen quantitativen (Trockenmasse, Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, Seehöhe) und kategorischen Faktoren (Bundesland, Aufwuchs, Trocknungsverfahren) gleich- bzw. ausgeschaltet wurde, um jeweils einen speziellen Management- bzw. Umweltfaktor auf Signifikanz des Einflusses zu überprüfen. In Tabelle 27 wurden die Ergebnisse zusammengefasst. Die enthaltenen P-Werte vermitteln den jeweiligen Effekt eines Management-Parameters auf einen bestimmten Qualitätsparameter des Raufutters.

Tabelle 27: Einfluss unterschiedlicher Management- bzw. Umweltfaktoren auf Parameter der Heuqualität (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Management-Parameter		Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	NEL
Wirtschaftsweise	(Bio, UBAG, keine Programmteilnahme)	0,007	0,240	0,620	0,527
Mähzeitpunkt	(Tageszeit Mäharbeit)	0,261	0,254	0,443	0,114
Bestand bei Mahd	(Feuchte des Erntegutes)	0,284	0,360	0,150	0,220
Feldphase	(Zeit zwischen Mahd und Einfuhr)	0,731	0,090	0,089	0,024
Regen	(ja oder nein)	0,601	0,002	0,036	0,384
Schnitthöhe	(Höhe der Mähwerkeinstellung)	0,017	0,234	0,162	0,281
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	(Anzahl der Zettvorgänge)	0,703	0,480	0,979	0,033
Nachtschwad	(ja oder nein)	0,091	0,339	0,742	0,837
Erntegerät	(Ladewagen, Ballenpresse, händisch)	0,724	0,000	0,768	0,123

P-Wert < 0,1 tendenzieller Einfluss; P-Wert < 0,05 = signifikanter Einfluss; P-Wert < 0,01 = hoch signifikanter Einfluss

Auf den Rohproteingehalt von Raufutter konnte ein hoch signifikanter Einfluss von Seiten der Wirtschaftsweise nachgewiesen werden. Biobetriebe (XP = 122 g/kg TM) hatten unter Konstanzhaltung der übrigen Einflussfaktoren einen deutlich geringeren Rohproteingehalt als UBAG-Betriebe (XP = 130 g/kg TM). Einen signifikanten Effekt übte auch die Schnitthöhe auf den Gehalt an Rohprotein aus (Tabelle 27), weil eine Schnitthöhe über 7 cm (XP = 133 g/kg TM) signifikant höher lag als Partien bis 7 cm Schnitthöhe (XP = 120 bis 123 g/kg TM). Der Rohfasergehalt wurde hoch signifikant vom Regen beeinflusst (Tabelle 26). Angeregnetes Raufutter (XF = 289 g/kg TM) hatte um 9 g mehr Rohfaser in der TM als Heu, welches ohne Regen geerntet wurde. Das Erntegerät spielt hinsichtlich Rohfasergehalt ebenfalls eine entscheidende Rolle, weil Ladewagenheu (XF = 271 g/kg TM) eine hoch signifikant geringere Rohfaser aufwies als vergleichsweise Heu, das mit einer Variablen Presse (XF = 303 g/kg TM) konserviert wurde.

Bezüglich Rohaschegehalt konnte festgestellt werden, dass eine angeregnete Futterpartie (XA = 92 g/kg TM) signifikant höher lag als Heu, welches ohne Regeneinfluss geerntet wurde (XA = 87 g/kg TM). Die Dauer der Feldphase hatte auf den Rohaschegehalt einen tendenziellen Einfluss (P-Wert = 0,089), wobei hier kein linearer zeitlicher Trend in Richtung Erhöhung oder Verringerung der Rohasche festgestellt werden konnte. Die Energiedichte (NEL) wurde vom Faktor Feldphase (P-Wert = 0,024) und Zett- bzw. Wendehäufigkeit (P-Wert = 0,033) signifikant beeinflusst (Tabelle 27).

4.5 Heumeisterschaft

4.5.1 Management der Teilnehmer

Tabelle 28: Prozentuelle Verteilung definierter Gruppen innerhalb von abgefragten Parametern von Raufutterproben der Teilnehmer der 1. Österreichischen Heumeisterschaft (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Parameter	Gruppeneinteilung							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Wirtschaftsweise	Bio 39,4	Öko 1,2	UBAG 35,9	ohne 23,5				
Hangneigung	eben 28,7	bis 30 % 53,8	> 30 % 7,2					
Aufwuchs	1. 57,5	2. 35,0	3. 7,5					
Mähzeitpunkt	Morgen 40,3	Mittag 32,0	Nachmittag 19,8	Abend 7,9				
Bestand bei der Mahd	nass 2,4	feucht 45,8	trocken 51,8					
Mähgeräte	Trommel 13,2	Scheiben 36,8	Messerbalken 31,6	Aufbereiter 10	Sonstige 0,8	Kombi. 7,6		
Feldphase	bis 24 h 10,8	24-36 h 39,0	36-48 h 24,7	48-72 h 25,1	> 72 h 0,4			
Regen	nein 85	ja 15						
Schnitthöhe	< 5 cm 9,4	5-7 cm 81,1	> 7 cm 9,4					
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	0 x 1,6	1 x 18,5	2 x 34,6	3 x 34,6	> 3 x 10,6			
Nachtschwad	nein 90,4	ja 9,6						
Erntegerät	Ladew. 85,8	Presse fix 4,7	Presse var. 4,3	händisch 1,2	Sonstige 1,6	Kombi. 2,4		
Trocknungsverfahren	Bodentrockn. 28,6	Kaltbelüftung 35,9	Warmbelüftung 33,6	Entfeuchtung 2,0				
Bauart der Belüftung	Ziehkanal 2,4	Ziehlüfter 0,6	Bodenrost 75,9	Giebelrost 2,4	Heuturm 3,6	Ballentrockn. 7,8	Sonstige 6,0	Kombi. 1,2
Energie für die Belüftung	Solar 47,8	Wärmepumpe 7,6	Hackschnitzel 6,5	Ölfeuerung 4,3	Sonstige 23,9	Kombi. 9,8		
Pressdichte bei Heuballen	locker 33,3	mittelmäßig 58,3	fest 8,3					

Die projektbezogene Sammlung von Raufutterprobendaten unterschiedlichster Herkünfte aus Österreich sollte es ermöglichen den allgemeinen qualitativen Status von Heu und Grummet zu erfassen. Die

Parameter des Erhebungsbogens waren sehr hilfreich bei der Erstellung von deskriptiven Statistiken, welche Verteilungsmuster (*Tabelle 28*) über das Management sichtbar machten.

Die Verteilung der Wirtschaftsweise war homogen, rund 40 % der Teilnehmer waren Biobetriebe, ~36 % UBAG-Betriebe und ~24 % waren keine ÖPUL-Teilnehmer. Der Hauptteil an Heuproben stammt von Flächen mit einer leichten bis mittleren Hangneigung (bis 30 %), wobei ~58 % Heuproben und 35 % Grummetproben waren. Beim Mähzeitpunkt stellte sich heraus, dass immerhin 40 % der Teilnehmer die Futterernte am Morgen durchführen, nur 20 % mähen am Nachmittag und 8 % gegen Abend. Dadurch waren die Bestände zu ~46 % noch im feuchten Bereich, 52 % der Bestände waren bei der Mahd abgetrocknet.

Bei den Mähgeräten wurden größtenteils Scheibenmäherwerke oder Messerbalken eingesetzt (*Tabelle 28*). Die Feldphase zwischen Mahd und Einfuhr dauerte bei den meisten Teilnehmern zwischen 24 und 72 h, nur 11 % konnten innerhalb von 24 Stunden ihr Heu einfahren. Extreme Proben mit Feldphasen über 72 Stunden wurden kaum zur Untersuchung eingeschickt. Hinsichtlich Witterungsverhältnisse bei der Ernte waren 15 % an angeregten Proben dabei. Die Schnitthöhe lag bei der Mahd mit 81 % im Bereich 5 bis 7 cm, hier war die moderne Technik schon sehr gut etabliert. Zwei Drittel der Heupartien wurden zwei- bis dreimal gezettet, nur bei 10 % der Proben wurde ein Nachtschwad durchgeführt.

Der Ladewagen war mit 86 % das dominierende Erntesystem beim Heu, die Ballenpressen nahmen in Summe 9 % ein. Bei den Trocknungsverfahren wurden ~29 % bodengetrocknete Proben eingeschickt, der Rest wurde mittels künstlicher Heutrocknung konserviert. Insgesamt lag dabei die Kaltbelüftung mit 36 % knapp vor der Warmbelüftung (~34 %), die Entfeuchtungstrocknung nahm 2 % ein. Bei der Trocknungstechnik setzten die Teilnehmer mit ~76 % vorwiegend das Bodenrostsystem ein, von den Heuballen wurden die meisten auf einer Ballentrocknungsanlage konserviert. Die Energie für die Warmbelüftungsanlagen wurde zu 48 % über Solartechnik gewonnen, nur mehr 4 % der Warmbelüftungen liefen mit Heizöl.

4.5.1.1 Wahl des Erntezeitpunktes

Im Hinblick auf die Futterqualität von Raufutter ist der Erntezeitpunkt ein entscheidendes Kriterium. Welche Faktoren den Zeitpunkt der Nutzung bestimmen kann aus der *Tabelle 29* ersehen werden.

Tabelle 29: Analyse der Einflussfaktoren auf den Erntezeitpunkt des 1. Aufwuchses von Raufutter mittels GLM-Prozedur (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

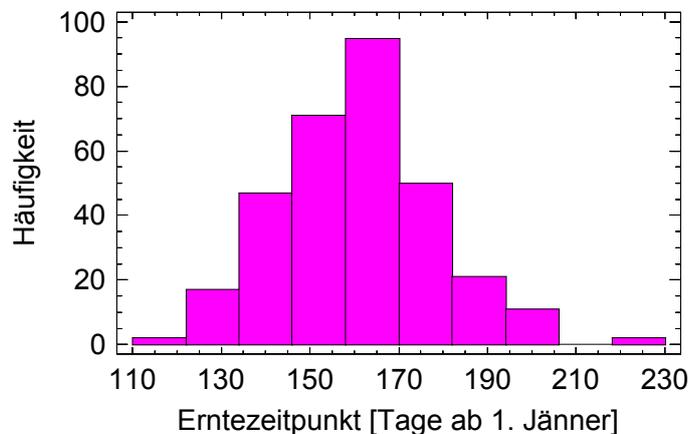
Ursache	Quadratsumme	Freiheitsgrad	mittl. Abweichungsquadr.	F-Quotient	p-Wert
Trocknungsverfahren	2892,13	2	1446,06	8,07	0,0008
Seehöhe	7679,3	1	7679,3	42,88	0,0000
Energiedichte (NEL)	3134,88	1	3134,88	17,50	0,0001
Residuen	10209,2	57	179,108		
Total (Korrigiert)	32897,5	61			

$$R^2 = 69,0 \%, R^2 \text{ (korrigiert für FG)} = 66,8 \%$$

In der vorliegenden Analyse wurde nur der Erntezeitpunkt des 1. Aufwuchses untersucht. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Varianz der Erntezeitpunkte mit einem R^2 von 47,1 % erklärt werden konnte. Standortfaktoren wie Boden und Wasserversorgung, aber auch die Düngungsintensität wurden nicht abgefragt, deswegen war kein höheres Bestimmtheitsmaß des linearen Modells möglich. Der durchschnittliche Erntezeitpunkt für den 1. Aufwuchs war in Österreich der 9. Juni. Der Einfluss der Wirtschaftsweise (Bio, UBAG, keine ÖPUL-Teilnahme) wurde im GLM-Modell in *Tabelle 28* für das Projektjahr 2007 untersucht, es konnte jedoch kein signifikanter Effekt (P-Wert 0,417) auf den Erntezeitpunkt festgestellt werden. Der Standortfaktor Hangneigung hatte ebenfalls keine signifikante Auswirkung auf den Erntezeitpunkt für die Heubereitung.

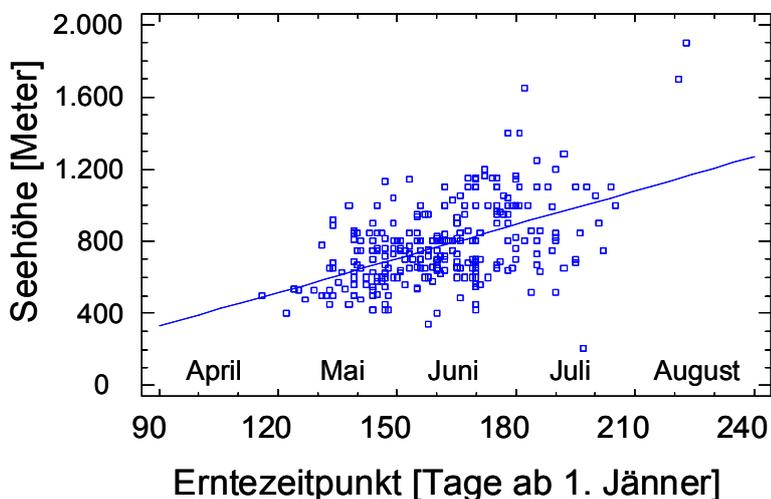
Die Verteilung der Erntezeitpunkte im 1. Aufwuchs (*Abbildung 32*) brachte zum Vorschein, dass in Österreich rund 31 % der Landwirte das Heu im Mai, 57 % im Juni und 12 % im Juli oder später ernteten.

Abbildung 32: Verteilung des Erntezeitpunktes des 1. Aufwuchses von Raufutter in Österreich (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Unter der Voraussetzung, dass der Effekt von Jahr und Trocknungsverfahren ausgeschaltet und der NEL-Energiegehalt konstant gehalten wurde, ergab sich für die Seehöhe ein hoch signifikanter P-Wert von 0,0000 (*Tabelle 28*). Der Regressionskoeffizient betrug + 0,039, d.h. dass bei einem Anstieg der Seehöhe um 100 m der Erntezeitpunkt um durchschnittlich 3,9 Tage später erfolgte. Im Durchschnitt lag eine Wiesenfläche für die Heuproduktion auf einer Seehöhe von 776 m. In der *Abbildung 33* ist zu erkennen, dass die frühesten Partien im günstigen Seehöhenbereich Ende April bis Anfang Mai konserviert wurden, während über 800 m die Ernte frühestens Mitte Mai begann.

Abbildung 33: Einfluss der Seehöhe auf den Erntezeitpunkt des 1. Aufwuchses von Raufutter (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



Mit einem P-Wert von 0,0001 konnte ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Erntezeitpunkt und Energiedichte (NEL) festgestellt werden (*Tabelle 28*), wenn die Seehöhe konstant gehalten wurde. Am 9. Juni, dem durchschnittlichen Erntezeitpunkt von Heu in Österreich, lag die NEL-Energiedichte auf einem Mittelwert von 5,05 MJ/kg TM. Ein Tag Verzögerung bei der Futterernte brachte im Durchschnitt einen Energieverlust von 0,08 MJ NEL/kg TM. Eine Woche zu spät geerntet bedeutete somit eine Reduktion um 0,56 MJ NEL/kg TM.

In *Tabelle 28* konnte nachgewiesen werden, dass unter Konstanthaltung von Seehöhe und Energiedichte sowie Ausschaltung des Jahreseffekts, die Trocknung mit einem P-Wert von 0,0008 einen hoch signifikanten Einfluss auf den Erntezeitpunkt ausübte. Für die Praxis bedeutet diese Erkenntnis, dass Betriebe welche über eine Kaltbelüftung verfügen (*Tabelle 28*) im Durchschnitt um 5 Tage früher ernten konnten als ein Betrieb, der das Futter ausschließlich am Boden trocknen musste. Betriebe mit

Warmbelüftung ernteten das Wiesenfutter sogar um 10 Tage früher (3. Juni) als Bodentrocknungsbetriebe (13. Juni).

4.5.1.2 Feldphase – Zeit zwischen Mahd und Einfuhr

Der Zeitraum zwischen dem Beginn der Mahd und dem Räumen der Fläche stellt in der Raufutterkonservierung ein großes Problemfeld dar, weil bereits auf dem Feld ein angemessener TM-Gehalt je nach Trocknungsverfahren erreicht werden soll. Zu diesem Zwecke sind in der Regel zwei bis drei prognostizierte Sonnentage wünschenswert. Die durchschnittliche Dauer der Feldphase betrug im Heuprojekt zwischen 36 und 38 Stunden.

Nach den statistischen Ergebnissen konnten ~43 % der Datenvarianz mit einem GLM-Modell erklärt werden (adjustiertes R²), wobei von insgesamt 11 eingespeisten Faktoren 6 keinen signifikanten Effekt (P-Wert > 0,05) auf die Trocknungsdauer zeigten (Mähzeitpunkt, Nachtschwad, Rohfasergehalt und Seehöhe). Drei Merkmale erwiesen sich als hoch signifikant (P-Wert < 0,01) und zwei als signifikante Einflussfaktoren P-Wert < 0,05).

Die Resultate ergaben einen P-Wert von 0,0000 und einen hoch signifikanten Effekt hinsichtlich Dauer der Feldphase. Im multiplen Mittelwertvergleich zeigte sich dieser Effekt aufgrund der Differenz zwischen Maßnahme Bio bzw. UBAG und keine ÖPUL-Teilnahme. Betriebe, welche nicht am ÖPUL teilnahmen, wiesen eine hoch signifikant längere Feldphase auf. Unter Konstant- bzw. Ausschaltung der 10 Faktoren erwies sich das Trocknungsverfahren (P-Wert = 0,0020) als hoch signifikantes Merkmal bezüglich Länge der Feldphase. Mittels Warmbelüftung konnte die Feldphase gegenüber Bodentrocknung (42 h) und Kaltbelüftung (38 h) signifikant auf etwa 34 Stunden verkürzt werden.

Mit einem P-Wert von 0,019 hatte das Erntegerät einen hoch signifikanten Einfluss auf die Dauer der Feldphase, welche sich auf die Differenz zwischen Ladewagen und Variabler Presse begründet. Heu, das mittels Ladewagen eingefahren wurde lag im Schnitt 32 Stunden auf dem Feld während Heu das mit einer Variablen Presse geerntet wurde durchschnittlich 42 Stunden auf dem Feld verweilte.

Die Zetthäufigkeit (P-Wert = 0,0256) hatte ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Dauer der Feldphase, es muss jedoch dazu gesagt werden, dass der sehr niedrige Wert der Gruppe 0 = ohne zetzen (1,2) nur mit 3 Heuproben abgesichert war. Es braucht hier noch mehr Untersuchungen, um diese Aussage erhärten zu können. Lässt man die Gruppe 0 draußen, so wäre die Variante mit zweimal zetzen die Optimalvariante, wenn es um die kürzeste Feldzeit geht. Die Zetthäufigkeit steht in enger Beziehung mit dem Ertrag, d.h. je mehr Futtermasse geerntet wird, umso öfter muss gezettet werden. Der 1. Aufwuchs wurde im Heuprojekt durchschnittlich 2,4 mal gezettet, der 2. Aufwuchs 2,2 mal und der 3. Aufwuchs 2,4 mal. Beim 3. Aufwuchs sind die Trocknungsbedingungen vielfach schwierig, weil der Morgentau im Spätsommer schon sehr stark sein kann.

Mit einem P-Wert von 0,0411 war der Einfluss des Faktors Mähgerät auf die Feldphasenlänge signifikant. Der Effekt zeigte sich allerdings im multiplen Mittelwertvergleich nicht, weil alle Mähgeräte in der gleichen homogenen Gruppe waren. Mittels Trommelmähwerk und Mähaufbereiter wurden unter Konstanthaltung von Rohfasergehalt und Seehöhe die kürzesten Feldzeiten (35 h) erreicht, während mit Messerbalken bzw. Motormäher gemähtes Futter im Durchschnitt 40 Stunden auf dem Feld lag.

4.5.2 Verfahren zur Ermittlung der besten Heu- und Grummetqualitäten Österreichs

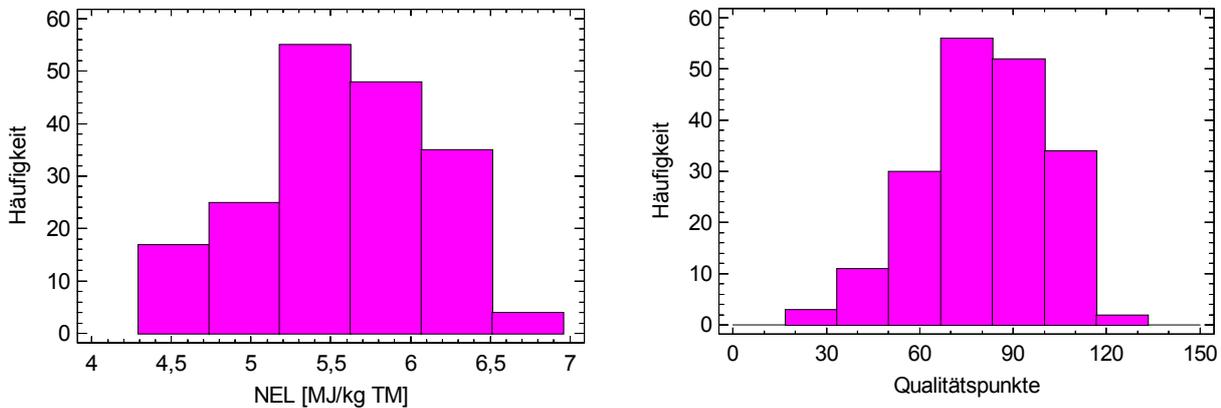
Eine wesentliche Zielsetzung der wissenschaftlichen Tätigkeit „1. Österreichische Heumeisterschaft“ war die Ermittlung und Prämierung der besten Raufutterqualitäten von Österreich. Hierzu wurde die Futtermittelqualität in Form der Futterwertzahl nach BUCHGRABER (1999), einer Kombination von Energiebewertung und ÖAG-Sinnenprüfung ermittelt.

4.5.2.1 Nettoenergie-Laktation (NEL)

Die Energiekonzentration (NEL) eines Futtermittels ist für den Milchbauern ein sehr aussagekräftiges Merkmal hinsichtlich Futterqualität, deswegen wurde die NEL als erstes Kriterium für die Bewertung der Raufutterqualität herangezogen. Die Häufigkeitsverteilung der NEL-Werte (*Abbildung 34*) zeugt von einer sehr durchwachsenen Situation in Österreich. Der Gesamtmittelwert liegt auf recht niedrigen 5,18 MJ NEL/kg TM, wobei die Differenzierung nach Aufwüchsen zeigte, dass Heu (1. Aufwuchs) auf dem niedrigsten Niveau mit 5,09 MJ NEL/kg TM lag. Der 2. Aufwuchs konnte mit 5,29 MJ schon eine deutlich

bessere Energiedichte erzielen und der 3. Aufwuchs erreichte im Durchschnitt sogar 5,40 MJ NEL/kg TM. Aus der NEL-Konzentration wurden mit Hilfe der Formel (Qualitätspunkte = NEL x 32,7 – 100) die sogenannten Qualitätspunkte ermittelt.

Abbildung 34: Häufigkeitsverteilung der Energiekonzentration (NEL) und der Qualitätspunkte von österreichischen Raufutterproben (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

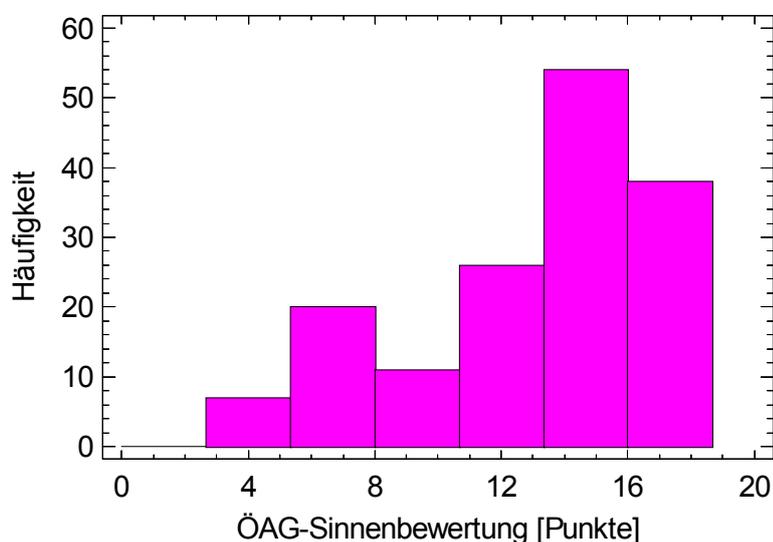


Im Durchschnitt erreichte österreichisches Raufutter 69 Qualitätspunkte (1. Aufwuchs = 66, 2. Aufwuchs = 73, 3. Aufwuchs = 77 Qualitätspunkte).

4.5.2.2 Sensorische Heuqualität

Der zweite Teil der Bewertung von Heuqualität für die Siegerermittlung umfasste die sensorische Raufutterbewertung mit der ÖAG-Sinnenprüfung, weil die alleinige Einstufung der Qualität durch die chemische Analyse zu wenig paxisrelevant wäre. Gerade Merkmale wie Geruch, Farbe und Gefüge können sehr viel über den Konservierungserfolg bei Raufutter aussagen. Es stellte sich heraus, dass die mittlere Heuqualität mit 10,7 Punkten auf einem gerade noch befriedigenden Niveau lag, wobei der 1. Aufwuchs mit 9,4 Punkten schon zur mäßigen Qualität neigte. Das Grummet mit 12,4 (2. Aufwuchs) bzw. 13,3 Punkten (3. Aufwuchs) war schon deutlich besser in der Konservierungsqualität (Abbildung 35) als das Heu. Nach dem Bewertungsschema nach BUCHGRABER (1999) wird dem Punktestand aus der ÖAG-Sinnenprüfung ein sogenannter Qualitätsfaktor zugewiesen (Formel: Qualitätsfaktor = Punkte ÖAG-Sinnenprüfung x 0,0435 + 0,1304).

Abbildung 35: Häufigkeitsverteilung der Gesamtpunkte (ÖAG-Sinnenprüfung) von österreichischen Raufutterproben (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



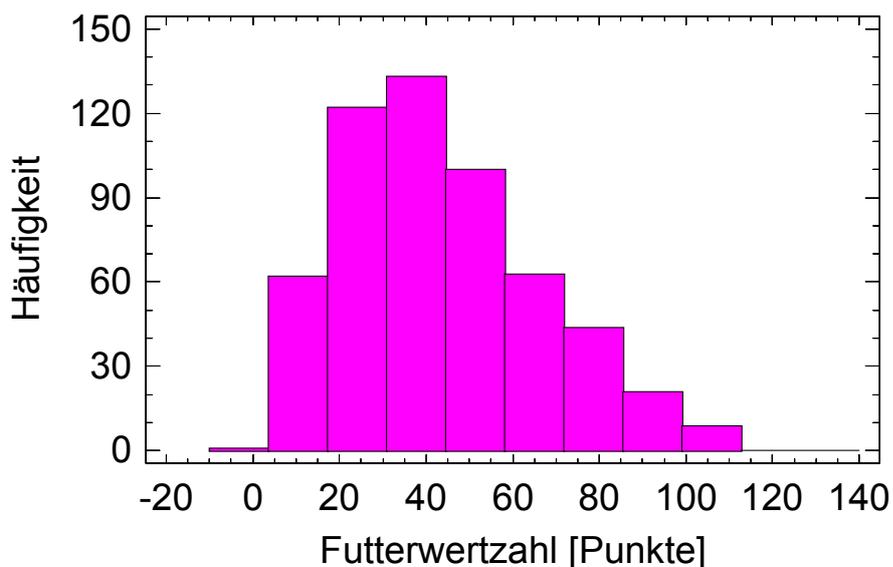
4.5.2.3 Futterwertzahl

Diese Zahl ergibt sich aus der Multiplikation von Qualitätspunkten mal Qualitätsfaktor, sie stellt eine Verquickung der Energiebewertung und der Sinnenprüfung dar und sollte Grundfutterqualitäten ganzheitlich bewerten. Für die Heumeisterschaft wurde die Futterwertzahl als Maßzahl für die Siegerermittlung herangezogen, um die besten Proben für die Expertenjury in den einzelnen Siegerkategorien auszuwählen.

Die Verteilung der Futterwertzahlen von Raufutterproben zeigt in *Abbildung 36*, dass 85 % der Heuproben aus den Projektuntersuchungen eine geringere Futterwertzahl als 70 aufweisen. Laut BUCHGRABER (1999) entspricht eine gute Futterqualität 70 Punkten aufwärts, darunter ist das Leistungspotential für die Milchproduktion aus Heu und Grummet suboptimal. Unterhalb von Futterwertzahl 50 ist die Fütterung an laktierende Tiere nur mehr als strukturelles Ergänzungsfutter sinnvoll. Nach den Daten zufolge befanden sich rund 66 % der Heu- bzw. Grummetproben unterhalb von Futterwertzahl 50. Weist ein Raufutter weniger als Futterwertzahl 20 auf, so sollte es aus tiergesundheitlichen Gründen nicht mehr verfüttert werden, immerhin wurden in den untersuchten Raufuttermitteln rund 15 % als verdorben eingestuft.

Gute bis sehr gute Heuqualitäten wurden nur von rund 15 % der Teilnehmer erreicht. Im Jahr 2007, das Jahr der 1. Österreichischen Heumeisterschaft, kamen immerhin ~ 44 % der Teilnehmer in den guten und sehr guten Qualitätsbereich mit Futterwertzahlen über 70.

Abbildung 36: Häufigkeitsverteilung der Futterwertzahl (BUCHGRABER, 1999) von österreichischen Raufutterproben (Datenquelle: Heuprojekt 2007)



4.5.2.4 Expertenjury

Die favorisierten Heu- und Grummetproben mit den höchsten Futterwertzahlen wurden einer Expertenjury (Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber, Univ. Doz. Dr. Erich M. Pötsch, Dipl.-Ing. Karl Wurm und Ing. Reinhard Resch) vorgelegt, welche im Bereich Grundfutter und Futterkonservierung über eine entsprechende fachliche Expertise verfügen. Jeder einzelne Experte beurteilte unabhängig von den übrigen Jurymitgliedern die Untersuchungsergebnisse der vorgelegten Proben und nahm auch das Rückstellmuster jede Probe in Augenschein.

Jedes Jurymitglied erstellte in den einzelnen Siegerkategorien ein Ranking. Nach Zusammenführung der Jurywertungen wurden letztendlich die Sieger in den Kategorien 1 – Bestes Heu, 2 – Bestes Grummet, 3 – Bestes Raufutter aus Bodentrocknung, 4 – Bestes Raufutter aus Ballen, 5 – Bestes Raufutter aus händischer Futterwerbung fixiert. Die Sieger wurden brieflich verständigt, dass sie aufgrund der Qualität einen Preis gewonnen haben und gleichzeitig wurde die Einladung zur Preisverleihung im Rahmen der Wieselburger Messe am 27. Juni 2008 ausgesprochen.

4.5.3 Preisträger der 1. Österreichischen Heumeisterschaft

Von den Siegern der Heumeisterschaft wurde eine schriftliche Einverständniserklärung unterschrieben, dass der Name in Zusammenhang mit der Raufutterqualität veröffentlicht werden darf, deswegen sind in der *Tabelle* personenbezogenen Daten enthalten. In *Tabelle 30* befinden sich die Ergebnisse der einzelnen Preiskategorien. Die allerbesten Qualitäten wurden beim 1. Aufwuchs erzielt, wobei die Energiedichten Werte über 6,4 MJ NEL/kg TM erreichten. Die Sieger wurden auf der Wieselburger Messe am 27. Juni 2008 im Rahmen einer Fachveranstaltung zum Thema Grundfutterqualität prämiert, jeder Preisträger erhielt eine Ehrenurkunde und einen Sachpreis.

Tabelle 30: Preisträger der 1. Österreichischen Heumeisterschaft und deren Raufutterqualitäten in den einzelnen Kategorien (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Kategorie Heu (1. Aufwuchs)							
Rang	Betrieb	Ort	Bundesland	Aufwuchs	NEL MJ/kg TM	Sinnenprüfung Punkte	Futter- wertzahl
1.	Seeberger Brigitte u. Bertram	Hörbranz	Vorarlberg	1	6,46	19	106,3
2.	Achberger Peter	Hörbranz	Vorarlberg	1	6,55	18	104,2
3.	Ritt Anna vulgo Haid	Waidhofen/Ybbs	Niederösterreich	1	6,31	19	101,6
Kategorie Grummet (2. + Folgeaufwüchse)							
1.	Geisler Franz	Tux	Tirol	2 + 3	6,17	19	97,2
2.	Zott Johann	Söll / Tirol	Tirol	3	6,08	19	94,4
3.	Herburger Guntram	Sulzberg	Vorarlberg	2	6,00	20	96,1
Kategorie Raufutter aus Bodentrocknung							
1.	Hutegger Herwig	Rohrmoos	Steiermark	2	6,15	17	87,8
2.	Sattler Leopold u. Andrea	St. Georgen/Ybbsfeld	Niederösterreich	3	5,88	18	84,2
3.	Nussbaumer Margareth	Mühlbach	Salzburg	2	5,64	16	69,7
Kategorie Raufutter aus Ballen							
1.	Amberger Felix	Henndorf	Salzburg	2 + 3	5,77	18	80,9
2.	Eberle Jakob	Bizau	Vorarlberg	3	5,78	19	85,1
3.	Krammer Franz	Gößnitz	Steiermark	1	5,71	18	79,1
Kategorie Raufutter aus händischer Futterwerbung							
1.	Auernig Klaus	Mörtschach	Kärnten	1 + 2	5,82	18	82,4
2.	Steigenberger Maria	Türnitz	Niederösterreich	2	5,85	17	79,3
3.	Hausberger Peter vulgo Schonnerbauer	Alpach	Tirol	1	5,76	17	76,8

4.5.4 Sponsoren der Sachpreise

Die rege Beteiligung von Landwirten an der 1. Österreichischen Heumeisterschaft ist auch den Firmen zu verdanken, welche für die Prämierung der besten Heuqualitäten und für ein Gewinnspiel, das unabhängig von den Heuqualitäten stattfand, wertvolle Sachpreise spendiert haben.



SIP Strojna Industrija d.d, SL-3311 Sempeter v Savinjski dolini
<http://www.sip.si>



Der Fortschrittliche Landwirt; A-8011 Graz
<http://www.landwirt.com>



RWA Raiffeisen Ware Austria AG, A-1100 Wien
<http://www.diesaat.at>



FAIE-Versand GmbH, A-4840 Vöcklabruck

<http://www.faie.at>



Garant-Tiernahrung Gesellschaftm.b.H., A-3380 Pöchlarn,

<http://www.garant.co.at>



Wieselburger Messe; A-3250 Wieselburg

<http://www.messewieselburg.at>



futtermittellabor
rosenau

Futtermittellabor Rosenau (LK-Niederösterreich),

A-3252 Petzenkirchen

<http://www.futtermittellabor.at>

4.6 Was bringt eine Heumeisterschaft?

Die österreichischen Grünland- und Viehbauern sind traditionsbewusste, aber auch innovative Landwirte, die durchaus moderne Arbeitsweisen und Technologien einsetzen. Im Bereich der Raufutterqualität kann unter Umständen ein Projekt, das gleichzeitig eine Meisterschaft beinhaltet, eine breite Aufmerksamkeit der betroffenen Landwirte bewirken. Auch wenn der Heukonservierer mit seiner Raufutterqualität nicht prämiert wurde, ein Gewinner war jeder einzelne Teilnehmer auf alle Fälle. Allein die Auseinandersetzung der Teilnehmer mit Futterprobenahme, Erfassung der eigenen Arbeitsweise und letztendlich mit den Daten aus der chemischen und sensorischen Raufutteranalyse schaffte eine ganz wertvolle Bewusstseinerweiterung. Das Wissen, wo liege ich mit meiner Qualität und in welchen Bereichen traten Mängel auf, sind essentiell für die Planung von Verbesserungsmaßnahmen.

Würde eine Heumeisterschaft nur isoliert als Wettkampf organisiert werden, ohne dass die Ergebnisse ausgewertet und für die Allgemeinheit aufbereitet werden, wäre die Sinnhaftigkeit zu hinterfragen. Nur die Verbindung von Meisterschaft, Projekt, statistischer Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse bringt für die Teilnehmer, die Bauernschaft, Berater, Lehrer und auch für die Forschung und Entwicklung eine Gewinnsituation.

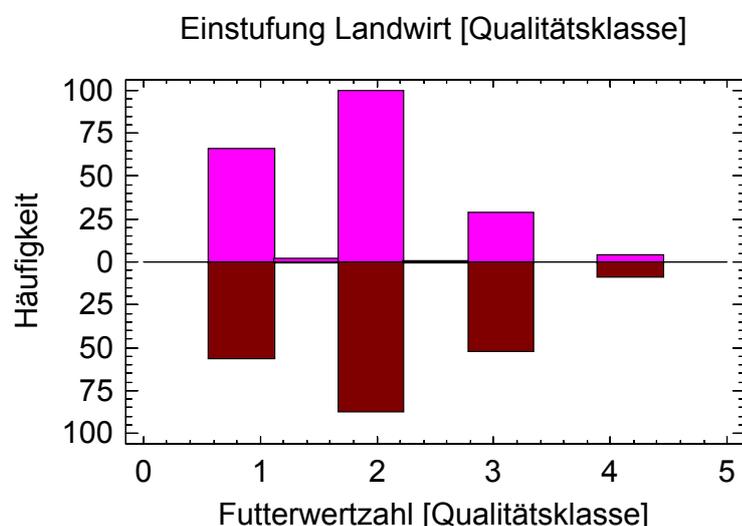
4.7 Bewusstsein österreichischer Heukonservierer hinsichtlich ihrer Raufutterqualität

Im Erhebungsbogen der 1. Österreichischen Heumeisterschaft wurde der teilnehmende Landwirt unter anderem gebeten die Qualität seiner eigenen Futterpartie einzustufen. Diese Fragestellung sollte einen Vergleich zwischen objektiv festgestellter Raufutterqualität und der subjektiven Sicht des Landwirtes ermöglichen.

In *Abbildung 37* wurden beide Bewertungen in einem Häufigkeitsdiagramm gegenübergestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Landwirte die Raufutterqualitäten besser einstufen als das Bewertungsschema mittels Futterwertzahl-Klassifizierung. Während der gute bis sehr gute Bereich von den Landwirten verstärkt für die eigene Qualität gewählt wurde, stuften sich im mäßigen bis schlechten Qualitätsbereich weniger Bauern mit ihrem Heu ein als es die objektive Bewertung zeigte.

Der Vergleich beider Bewertungen in einer einfachen Regressionsanalyse ergab eine hoch signifikante Differenz (P-Wert = 0,0087) von 0,21 Punkten zwischen den Mittelwerten der Qualitäts-Analyse durch Futterwertzahl-Klassifizierung (Note 2,06) und der Einstufung durch den Landwirt (Note 1,85). Aus statistischer Sicht wurde mit der Regressionsanalyse bestätigt, dass die Landwirte ihre eigene Raufutterqualität überschätzten.

Abbildung 37: Vergleich zwischen objektiver Qualitätsbewertung mittels Futterwertzahl und subjektiver Qualitätseinstufung des Landwirtes anhand von Raufutterproben (Datenquelle: Heuprojekt 2007-08)



4.8 Standortangepasste Raufutterqualität

Nach KALCHER et al. (2009) hat die durchschnittliche Milchleistung der österreichischen Kontrollkühe aufgrund der Leistungszucht von 4.883 kg im Jahr 1990 auf 6.830 kg im Jahr 2008 zugenommen, das entspricht einer jährlichen Leistungserhöhung von 102 kg Milch pro Kuh bzw. die Einzeltierleistungen sind seit 1990 im Durchschnitt um 40 % angestiegen. Für JILG und BRIEMLE (1993) bedeutet jeder Fortschritt in der Rinderzucht höhere Anforderungen an den Futterwert der Wiesenbestände. Der daraus resultierende ökonomische Zwang, Futterbestände mit hoher Energiedichte, hohem Ertrag und Stabilität des Pflanzenbestandes zu gewährleisten, erfordert ein hohes Maß an Fingerspitzengefühl und Fachkenntnis in der Bestandesführung. Die dem Standort angepasste Bewirtschaftungsintensität wird nach BUCHGRABER und GINDL (2004) in der Praxis durch die Ernte im Vegetationsstadium Ähren-/Rispschieben bestimmt, die auf ein Optimum zwischen Ertragsbildung und Futterqualität ausgerichtet ist. Unter-, aber auch Übernutzung von Wiesenbeständen, die oftmals durch eine Disharmonie zwischen Nutzung und Düngung ausgelöst werden, können zu ertrags- bzw. qualitätsrelevanten Konsequenzen führen, die sich möglicherweise negativ auf Pflanzenbestand und Ökologie auswirken. DIERSCHKE und BRIEMLE (2002) bzw. DIETL (1994) fordern Richtlinien ökologisch optimaler Grünlandnutzung in Abhängigkeit der Pflanzengesellschaft bzw. eine abgestufte Bewirtschaftungsintensität im Wiesenbau, die den Wiesentypen angepasst ist. Eine angepasste oder rechtzeitige Nutzung der Wiesen sollte nach BUCHGRABER und GINDL (2004) auf das jeweilige standörtliche Ertragspotenzial eingehen und dafür sorgen, dass die Futterqualitäten entsprechen und die Pflanzenbestände in ihrer Artenvielfalt erhalten bleiben. VOIGTLÄNDER und JACOB (1987) sehen die Grenzen der Nutzungshäufigkeit in der Leistungs- und Regenerationsfähigkeit des Graslandes sowie in Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit des Dünger- und Maschineneinsatzes.

Die Ergebnisse der österreichischen Heuprojekte bestätigten aufgrund der statistischen Auswertung die enge Beziehung zwischen Raufutterqualität, Vegetationsstadium und Erntetermin. Beste Raufutterqualitäten lassen sich nur erzeugen, wenn die Futterernte vor dem Vegetationsstadium Blühbeginn der Leitgräser (Knaulgras und Goldhafer) erfolgt. Eine Verbesserung der Raufutterqualitäten kann zielorientiert funktionieren, wenn die Nutzungs- und Düngungsintensität des Wiesenbestandes erhöht bzw. die Arbeitsweise bei der Heukonservierung optimiert werden kann. Sehr viele österreichische Milchbauern im benachteiligten Berggebiet, insbesondere in Lagen über 800 m Seehöhe, haben aufgrund der Wirtschaftsweise (Bio, UBAG + Verzicht) nur eingeschränkte Möglichkeiten ihre Pflanzenbestände in der Bewirtschaftungsintensität anzuheben. Jeder Milchviehbetrieb mit Heu und Grummet als Grundfutterbasis hat aufgrund seiner individuellen Situation (Standort, Wirtschaftsweise, Pflanzenbestände, Düngung, Erntetechnik, Konservierungstechnik etc.) ein eigenes Optimum in der Qualität des Raufutters, das sich in

das Gesamtsystem einfügen sollte. Deutliche Abweichungen vom betriebseigenen Optimum führen unweigerlich zu wirtschaftlichen und/oder ökologischen Konsequenzen.

4.9 Fachliche Empfehlungen für Raufutterqualität in Österreich

Die Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern aus den österreichischen Bundesländern diskutierten im Jahr 2009 mit Fachexperten aus dem LFZ Raumberg-Gumpenstein über Richtwerte für gute Grundfutterqualitäten. Dabei wurden auch Wertebereiche für gute Raufutterqualität definiert (*Tabelle 31*). Im Vergleich zu den Mittelwerten der jeweiligen Parameter aus dem Heuprojekt 2007 befinden sich die Orientierungsbereiche im günstigen Qualitätsbereich, jedoch noch nicht im Bereich der Top-Qualitäten. Die Orientierungstabelle soll jedem interessierten Landwirt den Vergleich mit seiner eigenen Raufutterqualität ermöglichen, unabhängig davon ob er eine Laboranalyse oder eine sensorische Bewertung seines Raufutters durchgeführt hat.

Tabelle 31: Orientierungsbereich für gute Raufutterqualitäten in Österreich (Quelle: Konsens 2009 zwischen Fütterungsreferenten der österreichischen Landwirtschaftskammern und Fachexperten des LFZ Raumberg-Gumpenstein)

Futtermittel	Aufwuchs	Trockenmasse	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie-Laktation (NEL)
		g/kg FM	g/kg TM			MJ/kg TM	
Heu	1. Aufwuchs	min. 870	110 bis 130	270 bis 290	< 90	9,4 bis 9,7	5,4 bis 5,7
Grummet	2. + Folgeaufwüchse	min. 870	120 bis 140	250 bis 270	< 100	9,2 bis 9,5	5,3 bis 5,6

Für österreichische Verhältnisse sind die Orientierungswerte von *Tabelle 31* auf einer realistischen Ebene, die für die gute landwirtschaftliche Praxis recht gut passen.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

In Österreich sind mehr als 8.500 Milchviehbetriebe in den HKT-Gebieten (ehemals Silosperrgebiete) auf die ausschließliche Konservierung von Raufutter angewiesen. Im Heuprojekt „1. Österreichische Heumeisterschaft“ ist der Nachweis gelungen, dass es in Österreich möglich ist Top-Raufutterqualitäten zu produzieren, um daraus gute bis sehr gute Grundfutterleistungen der Milchkühe zu erwirtschaften. Effiziente Trocknungstechniken auf dem Feld und am Heustock ermöglichen den Heubauern heutzutage eine schlagkräftige Futterernte, die der Silagebereitung in zeitlicher Hinsicht um nichts nachsteht. Für die qualitativ hochwertige Raufutterproduktion wären aus pflanzenbaulicher und konservierungstechnischer Sicht grasbetonte Pflanzenbestände mit mindestens 60 % wertvollen Futtergräsern, vor allem jene mit einem guten Untergrasgerüst, gegenüber kräuterreichen Beständen in der Konservierbarkeit von Rohprotein, Energie und Mineralstoffen im Vorteil.

Die Feststellung der Tatsache, dass die Landwirte ihre eigene Raufutterqualität überschätzen stellt für die Praxis eine große Herausforderung dar, weil das Bewusstsein der Landwirte, aber auch der Officialberater und Lehrer bezüglich der tatsächlichen Qualität von Raufutter erweitert werden muss, damit sich der qualitative Status in positiver Weise ändern kann. Die „1. Österreichische Heumeisterschaft“ war ein Projekt, das in dieser Hinsicht einen Impuls geben sollte. Mit den vorliegenden Ergebnissen kann in der österreichischen Praxis ab sofort ein Prozess zur Verbesserung der Raufutterqualität eingeleitet werden.

6. Literatur

BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Habilitationsschrift, Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31

BUCHGRABER, K. und G. GINDL, 2004: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. Leopold Stocker Verlag, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, ISBN 3-7020-1073-4

- BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1997: Der Futterwert und die Grundfutterbewertung des alpenländischen Grünlandfutters in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand, von der Nutzungsfrequenz und der Konservierungsform. Bericht über das Alpenländische Expertenforum zum Thema „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung“, BAL Gumpenstein, 21.-22. Jänner 1997, 7-25
- BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31
- BUCHGRABER K. und NIESCKEN, J. J., 2007: Futterqualitäten und Qualitätsbewusstsein in ausgewählten Spitzenbetrieben des deutschen Galopprennsports. Bakkalaureatsarbeit, S.22
- DIERSCHKE, H. und G. BRIEMLE, 2002: Kulturgrasland – Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-3816-6
- DIETL, W., 1994: Unsere Wiesen kennen. Landfreund Nr. 8
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- GINDL, G., 2002: Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. Bericht über das 8. Alpenländische Expertenforum zum Thema „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein, Irnding, 9.-10. April 2002, 67-72
- GRUBER, L., WIEDNER, G. und K. BUCHGRABER, 1995: Mineralstoffe aus dem Grundfutter für das Rind. Der Fortschrittliche Landwirt, (3) 1995
- GRUBER, L., STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER, T. und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)
- GRUBER, L. und R. RESCH, 2009: Zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grund- und Kraftfutter – Modellrechnungen auf der Basis aktueller Analyseergebnisse. Bericht über die 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchmarkt, Bestandesbetreuung, Forschungsergebnisse LFZ, Mutterkuhhaltung und Weidehaltung von Milchkühen, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 16. bis 17. April 2009, S. 41-76
- HÖHN, 1989: Verluste bei der Raufutterernte. FAT-Bericht 1989
- JEROCH, H., DROCHNER, W. und O. SIMON, (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer Verlag Stuttgart; S. 174-283.
- JILG, T. und G. BRIEMLE, 1993: Futterwert und Futterakzeptanz von Magerwiesen-Heu im Vergleich zu Fettwiesen-Heu. Natursch. Landschaftspfl. 25 (2), 64-68
- KALCHER, L., F. STURMLECHNER, C. FÜRST und M. MAYERHOFER, 2009: Die Österreichische Rinderzucht 2008. Rinderzucht Austria, Ausgabe 2009, Wien 30. April 2009, 171 S
- KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG und A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland 5, 38-56.
- LUCCIARDI, M. 2008: Untersuchung der Heuqualität von Berg- und Talheu im Ultental aus der Ernte 2007. Laureatsarbeit der Freien Universität Bozen, 170 S
- MEISSER, M. und U. WYSS, 1999: Qualität von unterschiedlich konserviertem Dürrfutter. AGRARFORSCHUNG 6 (11-12), 437-440
- MEISTER, E. und J. LEHMANN, 1988: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Wiesenkräutern aus verschiedenen Höhenlagen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt. Schweiz. Landw. Forschung, Recherche agronom. en Suisse 26 (2), 1988

NYDEGGER, F., WIRLEITNER, G., GALLER, J., PÖLLINGER, A., CAENEGERN, L., WEINGARTMANN, H. und H. WITTMANN, 2009: Qualitätsheu durch effektive und kostengünstige Belüftung. Der Fortschrittliche Landwirt (3) 2009, Sonderbeilage 12 S

RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (4. überarb. Aufl.), LMZ, Zollikofen, 327 S.

RESCH, R., 2004: Die Bestimmung der in vitro-Verdaulichkeit mit der modifizierten Zweistufenmethode nach Tilley und Terry (1968) an der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. Vervielfältigtes Vortragsmanuskript für das Vorlesungsseminar Grünland II der BOKU von 17. bis 22. Mai 2004, BAL Gumpenstein, 10 S

RESCH, R., GUGGENBERGER, T., WIEDNER, G., KASAL, A., WURM, K., GRUBER, L., RINGDORFER, F. und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24) 2006, Sonderbeilage 20 S

RESCH, R., 2009: Wie gelingen gutes Heu und Grummet. Der Fortschrittliche Landwirt (10), S.28-29

RESCH, R., GRUBER, L., GASTEINER, J., BUCHGRABER, K., WIEDNER, G., PÖTSCH, E.M. und T. GUGGENBERGER, 2009: Mineralstoffgehalte des Grund- und Kraftfutters in Österreich. Bericht über die 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchmarkt, Bestandesbetreuung, Forschungsergebnisse LFZ, Mutterkuhhaltung und Weidehaltung von Milchkühen, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 16. bis 17. April 2009, S. 31-40

STEINWIDDER, A. und K. WURM, 2008: Heu – ein unverzichtbarer Bestandteil in der Rinderfütterung. Der Fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 1/2008, 8 S

THÖNI, E., 1988: Futterbau und Futterkonservierung. Lehr- und Fachbuch für Schüler, LMZ Zollikofen, 6. Auflage

TILLEY, J.M.A and R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 – 111

VOIGTLÄNDER, G. und H. JACOB, 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer, ISBN 3-8001-3071-8

WILHELM, H. und K. WURM, 1999: Futterkonservierung und –qualität. Silagebereitung – Heuwerbung – Getreide-, Maistrocknung. Leopold Stocker Verlag, ISBN 3-7020-0845-4

ANHANG

Abbildung 38: Fragebogen Heuprojekt 2007

Betrieb		Tel.:	
Straße			
PLZ:	Ort:	Betriebsnummer:	

Analysenauftrag	A	G	B	C	F	
Heu (..... Schnitt)	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Datum, Unterschrift



Lehr- und Forschungszentrum für Land- und Forstwirtschaft

Fragebogen Heumeisterschaft 2007/2008

Wirtschaftsweise: Bio ⁽¹⁾ Ökopunkte ⁽²⁾ UBAG ⁽³⁾ keine ÖPUL-Teilnahme ⁽⁴⁾
(nur in Niederösterreich) + Verzicht ⁽²¹⁾ + Reduktion ⁽²²⁾

Standort: eben ⁽¹⁾ hängig (bis 30 % Neigung) ⁽²⁾ steilhängig (über 30 % Neigung) ⁽²⁾
Seehöhe: _____ m über N.N.

Futterzusammensetzung:
 Dauergrünland ⁽⁹⁾ Rotklee rein (sonst 4) ⁽²⁾ Luzerne rein (sonst 5) ⁽³⁾
 Rotklee gras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁴⁾ Luzernegras (Grasanteil > 25 %) ⁽²⁾

Aufwuchs: 1. Aufwuchs ⁽¹⁾ 2. Aufwuchs ⁽²⁾ 3. Aufwuchs ⁽³⁾ weitere Aufwüchse ⁽⁴⁾
 Mischungen: _____ zB: 1.+2. (12), 2.+3. (23), 1.+3. ⁽¹³⁾

Erntedatum (Datum der Einfuhr): _____

Mähzeitpunkt: Morgen ⁽¹⁾ Mittag ⁽²⁾ Nachmittag ⁽³⁾ Abend ⁽⁴⁾

Bestand bei Mahd: nass ⁽¹⁾ feucht ⁽²⁾ trocken ⁽³⁾

Mähgeräte: Trommel ⁽¹⁾ Scheiben ⁽²⁾ Messerbalken ⁽³⁾ Mähauflbereiter ⁽⁴⁾

Feldphase (Zeit vom Mähbeginn bis zum Räumen der Fläche):
 24 Std (1) 24 bis 36 Std. ⁽²⁾ 36 bis 48 Std. ⁽³⁾ 48 bis 72 Std ⁽⁴⁾
 über 72 Std. ⁽³⁾

Regen über 5 mm: nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾

Schnitthöhe: unter 5 cm ⁽¹⁾ 5 bis 7 cm ⁽²⁾ über 7 cm ⁽³⁾

Zeit- und Wendehäufigkeit:
 einmal zelten ⁽¹⁾ zweimal zelten ⁽²⁾ dreimal zelten ⁽³⁾ öfter als dreimal ⁽⁴⁾

Nachtschwad: nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾

Erntegerät: Ladewagen ⁽¹⁾ Fixkammerpresse ⁽²⁾ Variable Presse ⁽³⁾
 Händisch ⁽⁴⁾ Sonstige ⁽²⁾

Art der Trocknung: Boden ⁽¹⁾ Gerüst ⁽²⁾ Kaltbelüftung ⁽³⁾ Warmbelüftung ⁽⁴⁾

Belüftung Bauart: Ziehkanal ⁽¹⁾ Ziehlüfter ⁽²⁾ Bodenrost ⁽³⁾ Giebelrost ⁽⁴⁾
 Heuturm ⁽²⁾ Ballentrocknung ⁽³⁾ Sonstige ⁽³⁾

Energie für Warmbelüftung:
 Solar ⁽¹⁾ Wärmepumpe ⁽²⁾ Hackschnitzel ⁽³⁾ Ölfeuerung ⁽⁴⁾
 sonstige ⁽²⁾

Heuballen

Pressdichte locker ⁽¹⁾ mittelmäßig ⁽²⁾ fest ⁽³⁾ **Pressdruck:** bar

Ballenlagerung unter Dach ⁽¹⁾ im Freien mit Abdeckung ⁽²⁾ im freien ohne Abdeckung ⁽³⁾
 sonstige Lagerung ⁽⁴⁾

Ballenlagerung auf festen Boden (Beton, Asphalt, Holz) ⁽¹⁾ auf Schotter ⁽²⁾ auf Erde ⁽³⁾
 sonstige Lagerung ⁽⁴⁾

Heuqualität – Eigene Einstufung:
 sehr gut ⁽¹⁾ gut ⁽²⁾ mäßig ⁽³⁾ schlecht ⁽⁴⁾

Futtermaterie für: laktierende Tiere ⁽¹⁾ Mutterkühe ⁽²⁾ Trockensteher ⁽³⁾ Jungtiere ⁽⁴⁾
 Schafe, Ziegen ⁽²⁾ Pferde ⁽³⁾ Sonstige ⁽⁷⁾

bitte jede Tierkategorie ankreuzen, welche mit diesem Heu gefüttert wird

Zustimmungserklärung: Mit meiner Unterschrift erteile ich den Auftrag zur chemischen Analyse und erlaube die elektronische Verarbeitung und Veröffentlichung meiner Daten.

Instruktionen für Teilnehmer Heumeisterschaft



1. Österreichische Heumeisterschaft

Ziele der Heumeisterschaft:

Der starke Anstieg der Kraftfutterpreise 2007 veranlasst uns besonders die Qualität unserer Grundfuttermittel zu verbessern. In diesem Projekt wollen wir wissen, wie es um die Heuqualität auf den österreichischen Betrieben steht. Die chemischen und sensorischen Analysen der Heuproben und die dazugehörigen Fragebögen werden ausgewertet damit wir die besten Heu- und Grummetbetriebe aus der Praxis bewerten und prämiieren können.

Teilnahmebedingungen für die 1. Österreichische Heumeisterschaft

Fragebogen Bitte die zwei leeren Fragebögen zur Heuprobe sorgsam ausfüllen. Wir benötigen von jedem Heu eine Doppelprobe, deswegen bitte mit jeder Probe einen Fragebogen mitsenden. Damit stellen wir sicher, dass Ihre Heuprobe identifiziert werden kann!
An der Heumeisterschaft können nur jene Proben teilnehmen, deren Fragebögen gut leserlich, vollständig ausgefüllt und unterschrieben sind! Mit Ihrer Unterschrift geben Sie den Analysenauftrag sowie das Einverständnis, dass Ihre Daten elektronisch verarbeitet bzw. veröffentlicht werden dürfen.

Probeziehung Die Probe nicht nur von einer Stelle entnehmen!
1. Schritt: 5-10 Einzelproben aus dem Heustock oder Ballen entnehmen
2. Schritt: Einzelproben zu einer Mischprobe zusammenfassen
3. Schritt: Gut durchmischen und daraus zwei Proben zu 0,5 bis 1,0 kg machen

Probenversand je 0,5 bis 1 kg Heu mit dem Fragebogen an folgende Adressen schicken!

Probe 1 an: Futtermittellabor Rosenau
Kennwort – Heuprojekt 2007/08
A-3252 Petzenkirchen

Probe 2 an: LFZ Raumberg-Gumpenstein
z.Hd. Ing. Reinhard Resch
Altirdning 11
A-8952 Irdning

Die erste Heuprobe wird kostenpflichtig im Futtermittellabor Rosenau chemisch analysiert, in Raumberg-Gumpenstein wird die zweite Probe sensorisch von unseren Fachexperten gratis bewertet.

Kosten für die chemische Analyse

A: Nährstoffanalyse Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Rohasche	31,- Euro (statt 37,- Euro)
G: Gerüstsubstanzen – nur für Milchvieh in Kombination mit A	27,- Euro
B: Mengenelemente – Kalzium, Phosphor, Magnesium, Kalium und Natrium	27,- Euro B + C 43,- Euro
C: Spurenelemente – Eisen, Kupfer, Zink und Mangan	23,- Euro
F: Mikrobiologie – Keimzahl u. Identifikation (Bakterien, Hefen, Schimmelpilze)	38,- Euro

Die Untersuchung der Kategorie A ist für die Teilnehmer verpflichtend, es gibt dafür einen geförderten Tarif. Die übrigen Untersuchungen (G, B, C und F) erfolgen auf Wunsch des Einsenders – bitte auf dem Fragebogen ankreuzen! Sie erhalten ein Untersuchungszeugnis.

Einsendeschluss: 30. März 2008 (Poststempel)

Prämierung: am 27. Juni 2008 auf der Wieselburger Messe von 11:15 bis 12:00 Uhr
Prämiert werden die besten Heu- und Grummetbetriebe mit schönen Sachpreisen.

Gewinnspiel: Jeder Teilnehmer der Heumeisterschaft nimmt unabhängig von seiner Heuqualität an einer Verlosung teil, wo diverse Sachpreise im Wert von mehreren tausend Euro verlost werden.

Weitere Informationen: LFZ Homepage: <http://www.raumberg-gumpenstein.at>
Rosenau-Homepage: <http://www.futtermittellabor.at/>
ÖAG Homepage: <http://www.oeag-gruenland.at>
Tel.: 03682 / 22451-320 Ing. Reinhard Resch, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Tel: 02742 / 259-3203 Dipl.-Ing. Günther Wiedner, LK-Futtermittellabor Rosenau



Regressionsgleichungen:

Beziehung Rohfaser – Rohprotein

1. Aufwuchs: $RP = 193,742 - 0,307806 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $RP = 190,684 - 0,210163 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $RP = 197,557 - 0,174823 \cdot RFA$

Beziehung Rohprotein – Rohasche

1. Aufwuchs: $RP = 53,1213 + 0,653689 \cdot RA$
2. Aufwuchs: $RP = 101,688 + 0,372773 \cdot RA$
3. Aufwuchs: $RP = 128,564 + 0,239252 \cdot RA$

Beziehung Rohfaser – Rohfett

1. Aufwuchs: $RFE = 41,9839 - 0,0588357 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $RFE = 42,6509 - 0,049475 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $RFE = 43,0622 - 0,0482745 \cdot RFA$

Beziehung Rohfaser – Rohasche

1. Aufwuchs: $RA = 128,056 - 0,18311 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $RA = 144,115 - 0,207257 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $RA = 171,637 - 0,272707 \cdot RFA$

Beziehung Rohprotein – Phosphor

1. Aufwuchs: $P = 0,223549 + 0,021224 \cdot RP$
2. Aufwuchs: $P = 0,701474 + 0,0171225 \cdot RP$
3. Aufwuchs: $P = 1,44258 + 0,0146635 \cdot RP$

Beziehung Rohasche – Kalium

1. Aufwuchs: $K = 7,22876 + 0,203142 \cdot RA$
2. Aufwuchs: $K = 7,79682 + 0,186975 \cdot RA$
3. Aufwuchs: $K = 34,581 - 0,0535887 \cdot RA$

Beziehung Rohfaser – OM-Verdaulichkeit

1. Aufwuchs: $dOM = 99,9586 - 0,114853 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $dOM = 82,5716 - 0,0475089 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $dOM = 81,0313 - 0,0466977 \cdot RFA$

Beziehung Rohfaser – NEL

1. Aufwuchs: $NEL = 8,7039 - 0,0111241 \cdot RFA$
Bodentroknung: $NEL = 9,10952 - 0,0126842 \cdot RFA$
Kaltbelüftung: $NEL = 7,39704 - 0,00667143 \cdot RFA$
Warmbelüftung: $NEL = 9,22935 - 0,0126477 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $NEL = 6,66265 - 0,00330915 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $NEL = 6,27418 - 0,00267487 \cdot RFA$

Beziehung Rohfaser – Geruch

1. Aufwuchs: $Geruch = 9,71737 - 0,0240393 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $Geruch = 5,93757 - 0,0117949 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $Geruch = 5,84542 - 0,00959488 \cdot RFA$

Beziehung Rohasche – Geruch

1. Aufwuchs: $Geruch = 0,90867 + 0,0215295 \cdot RA$
2. Aufwuchs: $Geruch = 4,05368 - 0,0138613 \cdot RA$
3. Aufwuchs: $Geruch = 0,546676 + 0,0279372 \cdot RA$

Beziehung Rohfaser – Farbe

1. Aufwuchs: $Farbe = 10,6041 - 0,0238398 \cdot RFA$
2. Aufwuchs: $Farbe = 7,81113 - 0,0134754 \cdot RFA$
3. Aufwuchs: $Farbe = 5,32591 - 0,00415608 \cdot RFA$

Beziehung Rohfaser – Gefüge

1. Aufwuchs: Gefüge = $15,3607 - 0,0357501 \cdot \text{RFA}$
2. Aufwuchs: Gefüge = $10,6084 - 0,0159466 \cdot \text{RFA}$
3. Aufwuchs: Gefüge = $8,76739 - 0,00798087 \cdot \text{RFA}$

Beziehung Rohfaser - Gesamtpunkte ÖAG-Sinnenprüfung

1. Aufwuchs: Punktesumme = $38,2134 - 0,0854288 \cdot \text{RFA}$
2. Aufwuchs: Punktesumme = $27,5938 - 0,0459143 \cdot \text{RFA}$
3. Aufwuchs: Punktesumme = $19,6205 - 0,0127666 \cdot \text{RFA}$

Beziehung Rohasche – Gesamtpunkte ÖAG-Sinnenprüfung

1. Aufwuchs: Punktesumme = $6,99173 + 0,0753869 \cdot \text{RA}$
2. Aufwuchs: Punktesumme = $17,8164 - 0,0266256 \cdot \text{RA}$
3. Aufwuchs: Punktesumme = $14,4236 + 0,0190244 \cdot \text{RA}$

Beziehung Rohfaser – Stängelanteil

1. Aufwuchs: Stängelanteil = $-51,5209 + 0,334145 \cdot \text{RFA}$
2. Aufwuchs: Stängelanteil = $-16,271 + 0,152585 \cdot \text{RFA}$
3. Aufwuchs: Stängelanteil = $-22,1872 + 0,161603 \cdot \text{RFA}$